

hrmacherkunst.

Von

Friedrich Herrmann.

Mit 57 in den Text gedruckten Abbildungen.

Zweite, vermehrte Auflage.



Katechismus

der

Uhrmacherkunst.

Katechismus

der

Uhrmacherkunst.

Anleitung

zur Kenntniss, Berechnung, Construction und Behandlung der Uhrwerke jeder Art.

Von

Friedrich Herrmann.

Mit 57 in den Text gedruckten Abbildungen.

Zweite, verbesserte und vermehrte Auflage.

Leipzig

Verlagsbuchhandlung von J. J. Weber

1874

Vorwort zur ersten Auflage.

Die Bestimmung der Zeit ist sowohl für das gewöhnliche Leben, wie für die Wissenschaft von ungemeiner Wichtigkeit, weshalb auch die Uhrmacherkunst zu den allverbreiteten Gewerben gehört. Allerdings ist der Unterschied zwischen einer gewöhnlichen Wanduhr und einem Chronometer gewaltig groß, und es dürfte nicht ohne Nutzen, selbst für Liebhaber, sein, etwas Näheres über die Mittel und Vorrichtungen zu wissen, welche erdacht wurden, um gute Uhren herzustellen.

Vorliegender Katechismus soll in genügender Vollständigkeit die Theorie der Uhrmacherkunst für Anfänger und Liebhaber, so wie für Solche, welche Uhren zu behandeln und zu stellen haben, enthalten. Möglichste Deutlichkeit, sorgfältige Auswahl des Stoffes und die Beigabe guter Abbildungen wurden besonders im Auge

behalten, und in Hoffnung, ein recht brauchbares Hilfsbüchlein geboten zu haben, empfehlen wir es einer freundlichen Aufnahme.

Trebsen, im August 1863.

Der Verfasser.

Vorwort zur zweiten Auflage.

Zur zweiten Auflage vorliegenden Katechismus ist nur Wenig zu bemerken. Daß sie wirklich eine verbesserte und vermehrte ist, wird eine auch nur flüchtige Vergleichung mit der vorhergehenden zeigen. Alle Maße sind im metrischen System angegeben; um aber vorkommenden Falles die Reduction auf die alten Maße zu erleichtern, mögen hier einige Verhältnißzahlen Platz finden.

Es ist 1 Meter gleich 3,186 alten preußischen = 3,164 österreichischen = 3,426 bayrischen = 3,531 sächsischen = 3,333 badischen = 3,281 englischen Fuß.

Trotz der Erweiterung des Büchleins hat der Herr Verleger den alten Preis bestehen lassen. Möge dies, so wie die vielfachen Verbesserungen demselben fort und fort neue Freunde erwerben!

Trebsen, im Juni 1874.

Der Verfasser.

Inhaltsverzeichniss.

Erster Abschnitt.

Ueber Zeitbestimmung im Allgemeinen. Sonnenuhren.

Zweiter Abschnitt.

Das Räderwerk.

Dritter Abschnitt

Hemmung und Regulator.

Vierter Abschnitt.

Schlag- und Repetirwerk.

Fünfter Abschnitt.

Compensation. Chronometer. Controleure. Zusätze.

Sechster Abschnitt.

Katechismus

der

Uhrmacherkunst.

Erster Abschnitt.

Ueber Zeitbestimmung im Allgemeinen. Sonnenuhren.

---

1. Womit beschäftigt sich die Uhrmacherkunst?

Sie beschäftigt sich mit Herstellung solcher Maschinen, durch welche ein bestimmter Zeitraum, z. B. von einem Sonnenmittag bis zum nächsten, in gleiche, kleinere Theile zerlegt wird, wobei diese Zeittheile dem Auge oder dem Gehör bemerklich gemacht werden. Alle diese verschiedenartig construirten Maschinen führen den gemeinschaftlichen Namen der Uhren.

2. Wie lassen sich die Uhren, ihrer Beschaffenheit nach, eintheilen?

A) in Sonnen-, Wasser- und Sanduhren, welche jedoch sämmtlich nicht zum Gebiete der Uhrmacherkunst gehören, und

B) mechanische Uhren, von denen zu unterscheiden sind:
   a) Nach der Größe: Taschenuhren, Tischuhren, Wanduhren, Thurmuhren.
   b) Nach Verschiedenheit ihres Mechanismus: Zeigeuhren, Chronometer, Schlaguhren, Repetiruhren, Wecker, Wächtercontroluhren.
   c) Nach dem Regulator: Pendeluhren, Unruhuhren.
   d) Nach der Hemmung: Uhren mit rückfallender, ruhender und freier Hemmung.

e) Nach der Bewegkraft: Gewichtuhren, Federuhren und elektrische Uhren.

3. Welche Zeiteintheilung ist bei uns für das bürgerliche Leben eingeführt?

Die Zeit von Mitternacht bis zu Mitternacht heißt ein bürgerlicher Tag. Dieser zerfällt in zwei mal zwölf gleich lange Stunden, jede Stunde in 60 Minuten und jede Minute in 60 Secunden.

4. Was wird unter einem Sonnen- und was unter einem Sterntage verstanden?

Ein Sonnentag ist der Zeitraum, welcher verfließt, bevor die Sonne das nächste Mal den nämlichen Punkt am Himmel einnimmt, wie vorher. Ein Sterntag hingegen drückt den Zeitunterschied aus, welcher zwischen zwei auf einander folgenden Durchgängen ein und desselben Fixsterns durch den nämlichen Punkt am Himmel vergeht.

5. Wodurch unterscheiden sich Sonnen- und Sterntag in Bezug auf ihre Dauer?

Weil die Sonne scheinbar jeden Tag den 365ten Theil des ganzen Himmelskreises von Abend nach Morgen zurückbleibt, eilen die Fixsterne derselben vor. Daher kommt es, daß ein Fixstern, welcher heute Abend 9 Uhr vielleicht gerade nach Süd steht, morgen Abend früher an den nämlichen Punkt des Himmels kommt.

6. Wie lang wird hiernach ein Sterntag nach Sonnenzeit sein?

Das Sonnenjahr zu 365 Tagen gerechnet und mit dieser Zeit in 1 Tag oder 1440 Minuten dividirt, giebt 3 Minuten 56 Secunden als Unterschied zwischen beiden Zeiten an. Wenn also die Sonne gerade nach 24 Stunden wieder nach Süd stände, so würde dies bei einem Sterne schon nach 23 Stunden 56 Minuten 4 Secunden der Fall sein.

7. Was ist unter Sonnenzeit und mittler Zeit zu verstehen?

Daß unter einem Tage Sonnenzeit der Zeitraum von einem Mittage bis zum andern verstanden wird, wurde bereits er-

wähnt. Diese Tage sind aber nicht von gleicher Länge, so daß eine richtig und gleichmäßig gehende Uhr der Sonne bald vor, bald nach gehen wird. Den von dieser Uhr angegebenen, gleichmäßig langen Tag nennt man den mitteln Tag oder die mittle Zeit, so wie den Unterschied zwischen dem Mittage dieser Uhr und dem Mittage der Sonne die Zeitgleichung. Ursache dieser Differenz ist die mit ungleicher Geschwindigkeit erfolgende Bewegung der Erde auf ihrer Bahn.

8. Ist es gerathener, eine Uhr nach der Sonnenzeit, oder nach der mitteln Zeit zu stellen?

Früher wurden alle Uhren nach der Sonnenzeit gestellt. Weil hierbei aber ein fortwährendes Vor= oder Rückwärtsdrehen der Zeiger nöthig war, führte man Ende vorigen Jahrhunderts zuerst in Frankreich die Stellung nach mittler Zeit ein, von wo aus sie sich immer weiter verbreitet und fast allgemein geworden ist.

9. Wodurch kann der Sonnenmittag bestimmt werden?

Die gewöhnlichsten Bestimmungsarten sind durch gemessene Sonnenhöhen und besonders hierzu berechnete Tafeln, oder durch eine Mittagslinie, d. i. die bestimmte Richtung des Schattens, welchen ein senkrecht stehender Stift im Sonnenmittag hat.

10. Wie ist eine Mittagslinie zu ziehen?

Auf einem ebenen Brette (Fig. 1) werden von einem beliebigen Punkte a mehrere concentrische Kreisbogen bc, de gezogen; das Brett wird mit der Kante f ungefähr nach Mittag in horizontaler Lage befestigt und in a ein senkrechter Stift angebracht, dessen Länge so angenommen wird, daß das Ende seines Schattens eine Linie mno beschreibt, welche die auf dem Brette gezogenen Kreise durchschneidet. Die Länge dieses Stiftes —

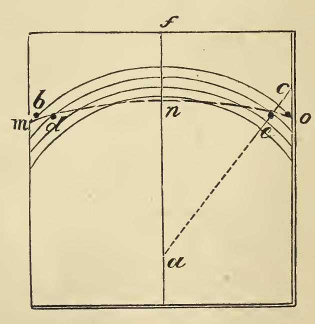


Fig. 1.

Zeigers, Gnomons — wird am leichtesten durch Versuche gefunden und muß an langen Tagen länger sein, als im Winter. Nun ist Vormittags der Augenblick abzuwarten, in welchem das Ende des Stiftschattens die Kreise schneidet, und es sind die Durchschnittspunkte b, d genau zu bemerken. Dasselbe geschieht Nachmittags bei den Punkten c, e. Werden endlich die Bogen bc, de halbirt und af gezogen, so ist diese die gesuchte Mittagslinie und es ist Sonnenmittag, wenn der Stiftschatten auf diese Linie fällt. Schärfer ist die Bestimmung, wenn anstatt des Stiftes ein oben gebogenes, mit einem feinen Loche versehenes Blech am Brette befestigt wird.

11. Sind Sonnenuhren jetzt noch nützlich?

Zum Stellen der Räderuhren sind sie fürs gewöhnliche Leben sehr nützlich, vorausgesetzt, daß ihre Verzeichnung nach den richtigen Grundsätzen und sorgfältig erfolgte. Zwar genügt eine Mittagslinie vollkommen; weil jedoch oft Mittags der Himmel bedeckt ist, während die Sonne Vor- und Nachmittags scheint, so gewährt eine Sonnenuhr mehr Bequemlichkeit und deshalb ist auch die Anweisung zur Construction der wichtigsten Arten derselben nicht ganz unnütz.

12. Was wird unter einer Aequinoctial-Sonnenuhr verstanden und wie wird sie gezeichnet?

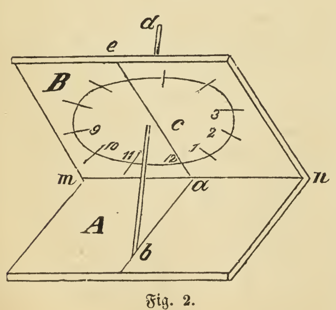


Fig. 2.

Die Aequinoctial-Uhr ist genau nach der Ebene des Aequators am Himmel gerichtet. Auf dem horizontalen Fußbrette A (Fig. 2) ist eine Mittagslinie ab gezogen, diese genau nach Mittag gerichtet und das Brett senkrecht auf diese Linie abgeschnitten, so daß die Kante mn genau von Abend nach Morgen zeigt. Ein zweites Brett B ist so an ersterem befestigt, daß dessen obere Kante e nach

Mittag zeigt, wobei seine Neigung so bestimmt wird, daß die Sonne zur Frühlings- oder Herbst-Tag- und Nachtgleiche genau in der Verlängerung der Fläche dieses Brettes steht und mithin das Brett selbst weder oben, noch unten bescheint. In der Mitte dieses Brettes wird senkrecht auf dasselbe ein gerader Drahtzeiger bd angebracht, die Linie ae senkrecht auf mn als Mittagslinie gezogen, aus c ein Kreis beschrieben und dieser genau in 24 gleiche Theile für die einzelnen Stunden zerlegt. Die Stundenziffern werden so angeschrieben, wie es die Figur zeigt. Diese Eintheilung ist auf der oberen und unteren Fläche des Brettes B anzubringen; die obere Fläche zeigt die Zeit im Sommerhalbjahr und die untere im Winter. Zur Zeit von Frühlings- und Herbstanfang ist diese Uhr gar nicht zu gebrauchen.

13. Was wird unter Polhöhe, Breite und Länge eines Ortes verstanden?

Wer den nördlichen Sternhimmel eine Nacht hindurch beobachtet, wird bald wahrnehmen, daß sich alle Sterne, ohne ihre Stellung unter einander im mindesten zu ändern, innerhalb 23 Stunden 56 Minuten oder eines Sternentages (Frage 6) einmal sich um einen gewissen Punkt am Himmel — den Pol — zu drehen scheinen. Annähernd ist dieser Punkt leicht zu finden, wenn man die Richtung der zwei letzten Sterne des allbekannten, im gewöhnlichen Leben der Himmelswagen genannten, großen Bären aufwärts verlängert und die Weite dieser Sterne dem Auge nach 5 Mal auf diese Linie setzt. Der Winkel*) nun, welchen dieser Pol im Auge des Beobachters mit dem Horizonte — der Erdebene — macht, wird Polhöhe genannt. Die Polhöhe wird auf unserer nördlichen Halbkugel größer, je weiter ein Ort nach Nord, und kleiner, je weiter er nach Süd liegt. Auf der Erdoberfläche nennt man die Polhöhe geographische Breite und sie ist auf jeder Landkarte an den Rändern rechts und links angegeben. Für Leipzig ist sie z. B. nahe 51 Grad (°)

---

*) Unter einem Winkel wird bekanntlich die Neigung zweier Linien verstanden. Als Winkelmaß dient ein Kreis, den man in 360 gleiche Grade, jeden zu 60 Minuten, theilt. Näheres hierüber in Herrmanns „Katechismus der Raumberechnung".

21 Minuten ('). Am untern und obern Rande einer Karte ist die geographische Länge angegeben, d. h. die Entfernung eines Ortes ostwärts von einem fest angenommenen Orte in Graden des Erdumfangs. Auf unsern Karten liegt gewöhnlich Paris auf dem 20. Grad der Länge; Leipzig hat 30° 2′ u. s. f. Manche Länder rechnen auch nach östlicher und westlicher Länge.

14. Was ist eine Horizontaluhr und wie wird sie gezeichnet?

Eine Horizontaluhr ist eine solche, deren Fläche genau wagerecht liegt und in der Regel nach Mittag gerichtet steht. Die Zeichnung bleibt gleich, wie auch die Form der Uhrplatte be-

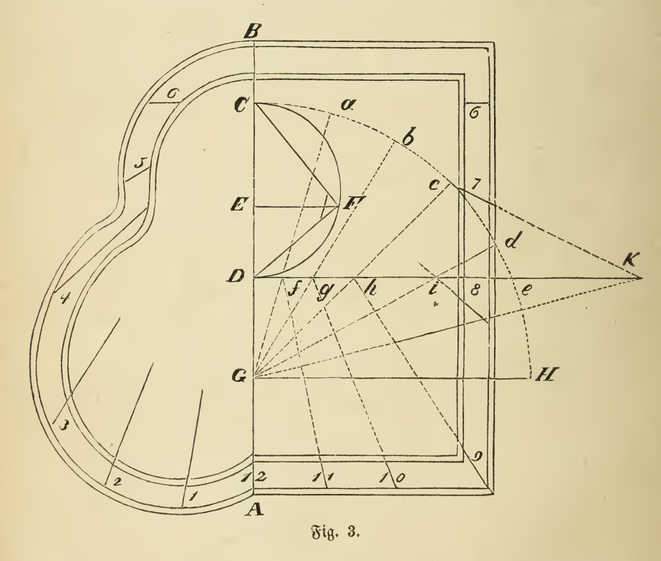


Fig. 3.

schaffen sei. Der Deutlichkeit halber ist in vorstehender Figur die eine Hälfte der Uhr rechtwinklig, die andere gekrümmt gezeichnet. Die Construction selbst ist folgende:

Die Linie AB (Fig. 3) ist die Mittagslinie; sie wird gewöhnlich auf die Mitte der Uhrebene gelegt. Willkürlich nehme

man den Punkt C, in welchem der Zeiger errichtet werden soll, ferner, ebenfalls beliebig, den Punkt D, beschreibe über CD einen Halbkreis CFD und errichte in D die Senkrechte DK auf AB. Weiter mache man den Winkel DCF gleich der Polhöhe — geographischen Breite — des Ortes, für welchen die Uhr gezeichnet werden soll, trage die Weite DF von D nach G, ziehe HG senkrecht auf AB und beschreibe aus G mit einer möglichst großen Zirkelöffnung einen Viertelkreis CaH. Letzteren theile man in sechs gleiche Theile, a, b, c, d, e, H, ziehe von G aus die Linien Ga, Gb u. s. f., so wie endlich von C aus durch die Durchschnitte der vorigen Linien mit DK die Linien Cf, Cg, Ch 2c., so sind letztere die Stundenlinien, welche so beschrieben werden, wie es die Figur zeigt. Dieselbe Eintheilung trägt man auf die andere Seite der Uhr und verlängert die Stundenlinien 5, 4, 7 und 8 rückwärts, um auch die Frühstunden 4 und 5, so wie die Nachmittagsstunden 7 und 8 zu haben.

15. Welche Form muß der Zeiger dieser Uhr haben?

Nachdem die nach voriger Weise gezeichnete Uhr wagerecht und so aufgestellt worden, daß die Mittellinie BA genau mit der Mittagslinie des Ortes der Uhr zusammenfällt, ist ein Dreieck von der Form CFD (Fig. 3) senkrecht auf der Mittellinie zu errichten, und zwar so, als ob das in der Figur auf der Uhrebene liegende Dreieck aufgerichtet würde, ohne die Punkte C und D zu verrücken. Der Zeiger selbst ist am besten aus Blech geschnitten, obwohl auch ein nach dem richtigen Winkel gebogener Drath genügt.

16. Sind die Sonnenuhren schon lange bekannt?

Ja! Jedenfalls war die Beobachtung der Länge und Richtung des Schattens eines Gegenstandes das erste künstliche Mittel zur Bestimmung der Tageszeit. Einer wirklichen Sonnenuhr wird schon im zweiten Buche der Könige XX, 9 — 11 erwähnt und ist es sehr wahrscheinlich, daß die, viele astronomische Kenntnisse besitzenden Chaldäer die Erfinder derselben waren. Durch Berosus kam die Erfindung nach Griechenland, wo sich Thales, Anaximander und Andere um ihre Vervollkommnung

große Verdienste erwarben. Bald wurden die Sonnenuhren allgemein bekannt, und in Rom wurden mit vielen Kosten öffentliche Gnomons errichtet. Man construirte auch tragbare Sonnenuhren und veränderte sie überhaupt auf vielfache und künstliche Weise, bis sie endlich durch Erfindung der Räderuhren an Wichtigkeit verloren.

17. Wodurch wurde vor Erfindung der mechanischen Uhren noch außer den Sonnenuhren die Zeit bestimmt?

Am ältesten sind wohl die Sand- und Wasseruhren, welche in der einfachsten Form aus einem Gefäße bestehen, das sich in einem bestimmten Zeitraume füllt oder leert. Die Unvollkommenheit dieser Vorrichtungen springt in die Augen; doch gab es vor ungefähr hundert Jahren in Nürnberg noch Sanduhrmacher. Diese Sanduhren bestanden gewöhnlich aus vier Doppelgläsern, in Form zweier mit der Spitze aneinanderstoßender Zuckerhüte. Beide Glashälften waren mittelst eines feinen Loches verbunden und zwar von der Weite, daß das erste Glas in $^1/_4$, das andre in $^1/_2$, das dritte in $^3/_4$ und das vierte in 1 Stunde sich in den unteren Theil leerte. Nach Verlauf dieser Zeit mußte das Gestell, worin die Gläser befestigt waren, umgedreht werden. Trotz der großen Unvollkommenheit dieser Vorrichtungen haben aber die Alten mit viel Fleiß und Scharfsinn ganz künstliche und sinnreiche Wasser- und Sanduhren erdacht.

18. In welche Zeit zurück fällt die Erfindung der mechanischen Uhren?

Daß die Räderwerke schon in den ältesten Zeiten bekannt waren, wurde bereits erwähnt. Nur fehlte noch eine Vorrichtung, mittelst welcher das schnelle Ablaufen der Räder verhindert wird, und mit Erfindung dieser Hemmung fällt auch die Erfindung der Uhren zusammen. Wann dies aber geschehen, ist uns unbekannt. Allgemein nennt man den Abt Gerbert, welcher 1003 als Papst unter dem Namen Sylvester II. starb, als Erfinder der Gewichtuhr und des Schlagewerks. Die Taschenuhren sollen um 1530 von dem Nürnberger Peter Hele erfunden sein. Natürlich waren diese Erstlinge der Uhrmacherei sehr unvoll-

kommen und nur nach und nach wurden durch viele denkende Köpfe Verbesserungen der verschiedensten Art angebracht.

19. Wie groß ist der Unterschied zwischen der in Frage 7 erwähnten Sonnen- und der mitteln Zeit?

Dieser Unterschied ist in folgender Tabelle mit einer fürs gewöhnliche Leben hinreichenden Genauigkeit angegeben. Wenn nach der Sonnenuhr Mittag ist, so muß eine Uhr bei gleichmäßigem Gange zeigen:

Tag	Januar		Februar		März		April		Mai		Juni	
	Uhr	Min.	Uhr	Min.	Uhr	Min.	Uhr	Min.	Uhr	Min.	Uhr	Min.
1	12	4	12	14	12	13	12	4	11	57	11	57
4	12	5	12	14	12	12	12	4	11	57	11	58
7	12	7	12	14	12	11	12	3	11	56	11	58
10	12	9	12	14	12	11	12	2	11	56	11	59
13	12	10	12	15	12	10	12	1	11	56	11	59
16	12	10	12	14	12	10	12	0	11	56	12	0
19	12	11	12	14	12	9	11	59	11	56	12	1
22	12	12	12	14	12	8	11	58	11	56	12	1
25	12	13	12	14	12	7	11	58	11	57	12	2
28	12	13	12	13	12	5	11	57	11	57	12	3

Tag	Juli		August		Septbr.		October		Novbr.		December	
	Uhr	Min.	Uhr	Min.	Uhr	Min.	Uhr	Min.	Uhr	Min.	Uhr	Min.
1	12	3	12	6	12	0	11	50	11	44	11	49
4	12	4	12	6	11	59	11	49	11	44	11	50
7	12	4	12	6	11	58	11	48	11	44	11	51
10	12	5	12	5	11	57	11	47	11	44	11	52
13	12	5	12	5	11	56	11	46	11	44	11	54
16	12	6	12	4	11	55	11	46	11	45	11	56
19	12	6	12	4	11	54	11	45	11	45	11	57
22	12	6	12	3	11	53	11	45	11	46	11	58
25	12	6	12	2	11	52	11	44	11	47	12	0
28	12	6	12	1	11	51	11	44	11	48	12	2

20. Wie ist vorstehende Tabelle zu verstehen?

Die angegebenen Zahlen geben in Stunden und Minuten die Zeit an, welche eine gleichmäßig fortgehende Uhr am Sonnenmittag zeigen muß. Ist es z. B. den 10. Juli an der Sonnenuhr Mittag, so muß eine regelmäßig fortgehende Uhr 12 Uhr 5 Min. zeigen. Hier ist 12 Uhr die Sonnenzeit, 12 Uhr 5 Min. die mittle Zeit und der Unterschied von 5 Min. die Zeitgleichung.

21. Wie läßt sich der gleichförmige Gang einer Uhr nach einem beliebigen, gegen Mittag stehenden Firsterne prüfen?

Alle Firsterne kommen nach 23 Stunden 56 Min. 4 Sec. wieder genau an den nämlichen Ort, welchen sie von einem Standpunkte auf der Erde aus vor Ablauf dieser Zeit einnahmen (Frage 6). Diese tägliche Voreilung der Firsterne, 3 Min. 56 Sec. betragend, ist ein sehr bequemes, zuverlässiges und einfaches Hilfsmittel zur Prüfung des gleichmäßigen Ganges einer Uhr. Bringt man nämlich ein mit einem feinen Loche versehenes Kartenblatt oder dünnes Blech an einem nach Mittag gelegenen Fenster an und beobachtet durch dieses den Augenblick, wenn ein deutlich erkennbarer Firstern hinter einer vorliegenden Mauerkante verschwindet, so wie die Zeit dieses Augenblickes an einer Uhr, so muß letztere am nächsten Abend bei Verschwinden des Firsternes 3 Min. 56 Sec. weniger zeigen, als in der vergangenen Nacht, wenn die Uhr nach mittler Zeit geht. Selbstverständlich beträgt diese Voreilung, im Falle die Beobachtung nicht am nächsten Tage vorgenommen werden kann, nach 2 Tagen 7 Min. 52 Sec.; nach 3 Tagen 11 Min. 48 Sec.; nach 4 Tagen 15 Min. 44 Sec. u. s. f.

Zweiter Abschnitt.

Das Räderwerk.

---

22. Was wird unter einem Rade und was unter einem Getriebe verstanden?

Ein Rad ist eine kreisförmige, an ihrem Umfange mit gleichgroßen Einschnitten versehene Scheibe, welche in ihrem Mittelpunkte fest an einer Achse sitzt. Die Erhöhungen am Radumfange nennt der Uhrmacher Zähne, und wenn die Achse ebenfalls verzahnt ist, so heißt sie ein Getriebe, so wie endlich die Zähne des Getriebes Getriebstäbe, Triebstäbe oder schlechthin Stäbe genannt werden.

23. Welche Grundformen der Räder sind zu merken?

Zuerst die Stirnräder, oder solche, deren Zähne mit der Radfläche in einer Ebene liegen (Fig. 4). Diese Räder kommen

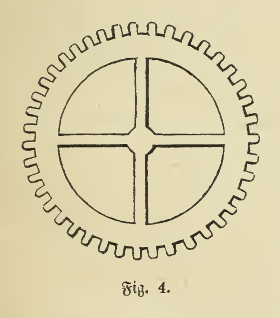


Fig. 4.

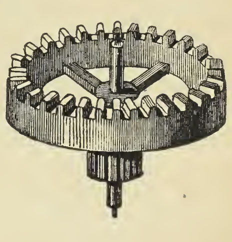
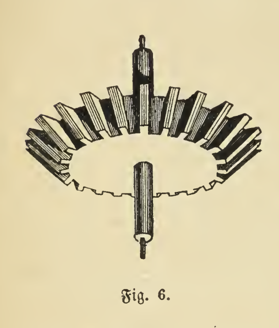


Fig. 5.

bei Uhren am häufigsten vor. Sodann die Kronräder, d. h. solche, deren Zähne senkrecht auf der Radfläche stehen (Fig. 5). Endlich die conischen Räder, deren Zähne unter einem schiefen Winkel gegen die Radfläche geneigt sind (Fig. 6).

Räder der letzteren Art werden in Uhrwerken nur selten angewendet. Noch eine Art Verzahnung werden wir im letzten Abschnitte kennen lernen.


Fig. 6.

24. Ist es willkürlich, wie viel ein Rad Zähne und wie viel ein Getriebe Stäbe erhält?

Keineswegs! Denn abgesehen davon, daß die Räder ein bestimmtes Verhältniß in Bezug auf ihren Umlauf in gewisser Zeit haben müssen, ist noch darauf zu achten, daß die Zähne derjenigen Räder, welche der treibenden Kraft am nächsten liegen, der nöthigen Festigkeit halber auch stärker sein müssen, als die entfernteren. Was endlich die Anzahl der Stäbe eines Getriebes anlangt, ist zu merken, daß man einem Getriebe in der Regel nicht unter 6 und nicht über 12 Stäbe giebt. Getriebe mit 5 Stäben stoßen und stocken weit mehr, als solche mit 7 oder mehr Stäben, wie dies Fig. 7 a und b schematisch recht deutlich zeigt; Getriebe mit über 12 Stäben hingegen geben eine unpassende Proportion des Umlaufs, welcher nur durch mehr Räder ausgewichen werden kann, was andere Nachtheile mit sich führt.

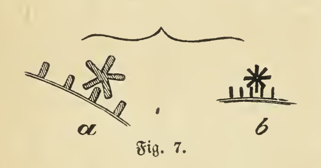


Fig. 7.

25. Ist die Zahnstärke ebenfalls so groß zu nehmen, wie der Raum zwischen zwei Zähnen?

Im Falle Zwischenraum und Zahnstärke gleich groß wären, müßte nothwendig ein Klemmen zwischen Zahn und Getriebe eintreten. Um dieses zu umgehen ist der Zwischenraum größer zu nehmen als die Zahnstärke und es hat die Erfahrung gelehrt, daß im Allgemeinen auf 7 Theile der Zahnstärke 8 Theile des Zwischenraumes zu nehmen sind. Theilt man also den Raum

für Zahn und Zwischenraum in 15 gleiche Theile, so wird der Zahn 7/15 und der Zwischenraum 8/15 einnehmen. Natürlich kann dies Verhältniß bei kleinen Rädern nicht streng festgehalten werden.

26. Welches Metall wird in der Regel für Räder und für Getriebe gewählt?

Die Wahl der Metalle hängt von der Festigkeit und von dem Verhältnisse der Reibung ab. Letztere ist bei jeder Maschine, vorzüglich aber bei guten Uhren in Rechnung zu bringen. Durch Erfahrung haben sich für Uhren zu den Rädern gutgeschlagenes Messing und zu den Getrieben feinkörniger, gehärteter Stahl als am Besten bewährt. Der Festigkeit halber fertigt man die Hemmungsräder in Cylinder- und Ankeruhren ebenfalls aus Stahl.

27. Was wird unter einer Cykloide verstanden?

Die Cykloide — Radlinie — ist eine krumme Linie — Curve —, welche entsteht, wenn sich ein Kreis längs einer geraden Linie hinwälzt und dabei ein Punkt seines Umfanges überall Spuren des von ihm durchlaufenen Weges zurückläßt. Es sei Beispiels halber A in Fig. 8 ein Kreis, an dessen Umfang ein Stift x befestigt ist. Der Kreis A selbst sei auf der

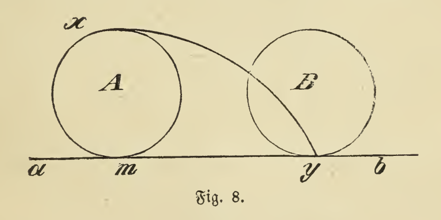


Fig. 8.

geraden Linie ab wälzbar, ferner werde angenommen, daß, während sich der Kreis von A nach B bewegt, der Punkt x einen Strich zurückläßt, so wird dieser Strich xy eine Cykloide bilden. Zu merken ist hierbei, daß alle Cykloiden, sie mögen durch große oder kleine Kreise entstanden sein, ähnliche Curven bilden.

28. Was ist eine Epicykloide?

Sie ist ebenfalls eine krumme Linie, entsteht aber dadurch, daß sich der erzeugende Kreis A (Fig. 9) nicht auf einer geraden Linie, sondern auf dem Umfange eines andern Kreises bewegt. Sobald der erzeugende und der Walzkreis anderes

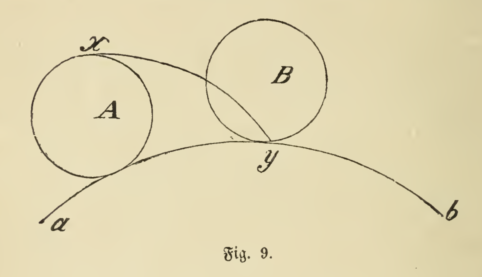


Fig. 9.

Verhältniß des Durchmessers haben, wird, auch die Krümmung der Epicykloide anders. Olaus Römer, ein dänischer Astronom, hat zuerst im Jahre 1680 nachgewiesen, daß die Epicykloide diejenige Curve ist, nach welcher ein Radzahn gekrümmt sein muß, wenn der Eingriff ohne Stoß und Klemmung vor sich

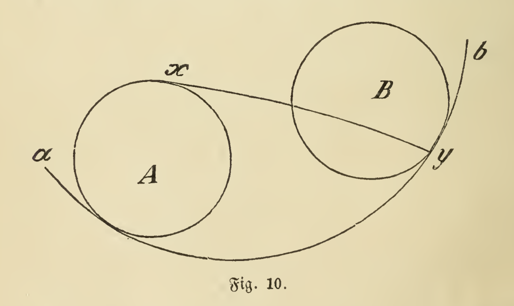


Fig. 10.

gehen soll. Es wurden Werkzeuge angegeben, um diese Linie für jedes Verhältniß zwischen Rad und Getriebe zu zeichnen; so wie auch andere, um den Radzähnen mechanisch die erforderliche

Epicykloidengestalt zu geben — Walzmaschinen. In der Praxis begnügt sich jedoch der Uhrmacher mit einer annähernden ovalen Abrundung der Radzähne.

29. Was wird endlich unter einer Hypocykloide verstanden?

Die Hypocykloide entsteht, wenn sich ein Kreis in der inneren Peripherie eines andern bewegt, und dabei ebenfalls Spuren seines Weges zurückläßt. Je nach Verhältniß der Durchmesser des erzeugenden und des Grundkreises haben die Hypocykloiden verschiedene Form. Ist der erzeugende Kreis halb so groß, als der Grundkreis, so verwandelt sich die Curve in eine gerade Linie.

30. Für welche Radformen sind die genannten Curven anzuwenden?

Die cykloidische Zahnform paßt für den Eingriff eines Rades in eine gezahnte gerade Stange; die epicykloidische Form ist für die gewöhnliche Verzahnung — Radkranz auf Radkranz — die beste, und die Hypocykloide endlich wird angewendet, wenn ein Rad mit der Stirne am Innern des Kranzes eines zweiten Rades eingreift.

31. Was wird bei Verzahnungen unter dem Theilkreise verstanden?

Die Linie AB (Fig. 11 S. 18) verbinde die Mittelpunkte A und B eines Rades und des damit verbundenen Getriebes. Es sei hierbei, Beispiels halber, der Durchmesser des Rades vier mal größer als der des Getriebes, oder, was dasselbe sagt, das Rad habe vier mal so viel Zähne als das Getriebe Stäbe enthält. Die Weite AB theile man in 5 gleiche Theile und gebe davon dem Rade 4, so wie dem Getriebe 1. Bei x werden sich diese Theile berühren. Nun ziehe man aus A mit dem Halbmesser Ax den Bogen mxn, und aus B mit dem Halbmesser Bx den Bogen oxp. In der Berührung dieser Bogen erfolgt der Eingriff von Rad und Getriebe und sie bilden Stücke der Theilkreise von Rad und Getriebe.

32. Wie läßt sich durch Hilfe der Theilkreise die Form der Verzahnung näher bestimmen?

Angenommen, mn (Fig. 11) sei ein Stück des Theilkreises eines Rades, so wie op dasselbe für ein dazu passendes Getriebe von dem vierten Theile des Raddurchmessers. Ferner sei aus irgend einem Grunde bestimmt, wie viel Zähne dem Rade gegeben werden sollen. Weil in unserem Beispiele das Getriebe nur den vierten Theil des Durchmessers vom Rade hat, wird es auch nur den vierten Theil der Zähne des letzteren bekommen.

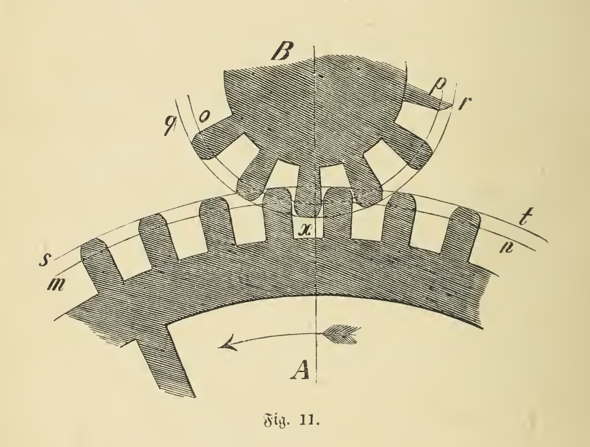


Fig. 11.

Nun theile man den Radtheilkreis in so viel gleiche Theile, als dem Rade Zähne zukommen, wobei Bequemlichkeits halber der erste Theilpunkt von der Linie AB ausgehen kann, welche die Mittelpunkte von Rad und Getriebe verbindet. Ferner zerlege man jeden einzelnen Theil wieder im Verhältniß von 7 zu 8 (Fr. 25) und verrichte ein Gleiches am Theilkreise des Getriebes. Weiter ziehe man von den Mittelpunkten A und B aus Linien für die Begrenzung der Zähne und Triebstäbe. Von dem Punkte aus, wo sich die Mittellinie des nächsten Triebstabes und die Mittellinie des nächsten Zahnzwischenraumes durchschneiden —

nach dem Zahne zu gerechnet, welcher zunächst zum Eingriffe kommt — ziehe man aus A und B die Linien st, qr für die Höhe von Zahn und Triebstab, bestimme die Tiefe der Zähne so, daß kein Klemmen stattfinden kann, und runde Zahn und Stab durch zwei, sich der Epicykloide möglichst nähernde Kreisbogen ab.

33. Was wird sich hieraus in Bezug auf den äußeren Durchmesser von Rad und Getriebe ergeben?

Weil die Abstände der äußeren Umkreise von Rad sowohl als von Getriebe von den Grundkreisen gleichweit entfernt sind, ergiebt sich von selbst, daß der ganze Durchmesser eines Getriebes im Verhältniß größer ist, als der Durchmesser des dazu passenden Rades. Bei großen Rädern läßt sich dies alles durch Zeichnung und Messung genau bestimmen, nicht aber so bei den kleinen Verzahnungen der Uhren.

34. Nach welcher Erfahrungsregel bestimmen die Uhrmacher den Durchmesser eines Getriebes?

Aus den beiden vorhergehenden Fragen wird deutlich sein, daß nur die Verhältnisse der Theilkreise maßgebend für Durchmesser von Rad und Getriebe sind. Diese können aber bei so kleinen Durchmessern nicht unmittelbar gemessen werden. Als lang erprobtes Verfahren zur passenden Größenbestimmung der Triebstöcke gilt Folgendes. Man nehme auf dem Rade, für welches ein Getriebe bestimmt werden soll, zwei Zähne mehr als diesem Getriebe Stäbe zukommen, wobei der letzte Zwischenraum nicht gerechnet wird. Der dritte Theil dieses Maßes ist der äußerste Durchmesser des zum Rade passenden Triebes. Wäre z. B. ein Achtergetrieb zu bestimmen, so würde man über 10 Zähne messen und den dritten Theil des gefundenen Maßes zum Durchmesser des Getriebes nehmen. Auch hier kann nur Erfahrung und feines Gefühl Lehrmeister sein. Für die Praxis noch leichter sind folgende Messungen:

über 5 Zähne als Durchmesser eines Zwölfergetriebes;
über 4 1/2 Zahn für einen Zehner;
über 4 Zähne für einen Achter;

über $3^7/_8$ Zahn für einen Siebener;
über $3^1/_6$ Zahn für einen Sechser;
über $2^7/_8$ Zahn für einen Fünfer.

Sobald das Getriebe ins Rad greift und dieses treibt, ist genanntes Verhältniß etwas größer zu nehmen, bei Kronrädern etwas kleiner.

35. Welcher Hauptgrundsatz gilt für die Berechnung des Räderumlaufs?

Dieser ist folgender:

Um so viel mal weniger ein Getriebe Stäbe hat, als das dazu gehörende Rad, um so viel mal mehr beträgt seine Umlaufsgeschwindigkeit.

Es greife z. B. ein Rad von 48 Zähnen in ein Getriebe von 8 Stäben, so wird das Getriebe 6 Umläufe machen, während das Rad nur einen vollbringt; denn 8 in 48 geht 6 mal. Allgemein: Mit der Zahl der Triebstäbe in die Zahl der Radzähne dividirt giebt die Zahl, um welche das Getriebe mehr umläuft, als das Rad. Wenn hiernach das Stundenrad einer Uhr in 60 Minuten einen Umlauf macht und dabei mit 96 Zähnen in ein achtstäbiges Getriebe eingreift, so wird letzteres in einer Stunde $^{96}/_8$ oder 12 Umläufe vollbringen, also in je $^1/_{12}$ Stunde oder in 5 Minuten einen.

36. Der Deutlichkeit halber gieb noch einige Beispiele für voriges Gesetz an.

Ein Rad mit 80 Zähnen hat eine Umlaufszeit von 50 Min. Es greift in ein siebenstäbiges Getriebe ein. Das Verhältniß der Umdrehungsgeschwindigkeiten zwischen Rad und Getriebe ist deshalb $^{80}/_7$ und die Umdrehungszeit des Getriebes ist $^7/_{80} \times 50$ oder $^{35}/_8$ d. i. 4,375 Minuten.

Ferner greift ein Rad mit 72 Zähnen bei 36 Minuten Umlaufszeit in ein Getriebe mit 10 Stäben ein. Das Getriebe läuft mithin $^{72}/_{10}$ mal geschwinder als wie das Rad. Nun macht letzteres in 36 Minuten einen Umlauf, und deshalb das Getriebe in derselben Zeit $36 \times {}^{72}/_{10} = 259{,}2$ Umläufe.

37. Wie ist das Gehwerk einer gewöhnlichen Wanduhr beschaffen?

Das Stundenrad A (Fig. 12) trägt an seiner Achse a eine Rolle oder Walze B, um welche eine Schnur oder Saite gewunden ist, an welcher das bewegende Gewicht F hängt. Das Stundenrad greift in das Mittelradgetriebe b, bewegt dieses mit dem Mittelrade C in der Richtung des beigezeichneten Pfeiles und letzteres greift in das Getriebe c des Steig- oder Hemmungsrades D, welches endlich mit dem Hemmstücke E in Verbindung steht.

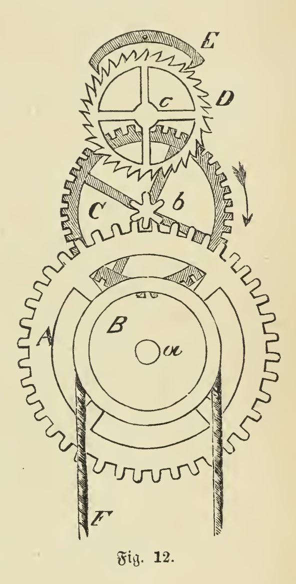


Fig. 12.

38. Was ist für Berechnung einer Uhr im Allgemeinen vom Hemmungsrade zu wissen?

Ueber die verschiedenen Hemmungen überhaupt wird später Ausführliches folgen. Hier ist nur zu merken, daß ein jeder Zahn des Hemmungsrades, gleichviel von welcher Art auch die Hemmung ist, eine Doppelschwingung des Pendels oder der Unruhe — rechts und links — bewirkt. Hat hiernach das Hemmungsrad 30 Zähne, so wird bei einem Umlaufe desselben das Pendel oder die Unruhe 30 mal rechts und 30 mal links schwingen.

39. Gesetzt, im Gehwerke Fig. 12 habe das Stundenrad 75 Zähne, das Mittelrad 64 Zähne und 10 Triebstäbe, das Steigrad endlich 30 Zähne und 8 Triebstäbe, wie ist das Werk zu berechnen?

Die erste Frage ist, wie viel Umläufe das Steigrad bei einem Umlaufe des Stundenrades oder in einer Stunde macht. Nach Frage 34 — 36 aber dreht sich das Mittelrad bei

einer Umwälzung des Stundenrades $^{75}/_{10}$ oder $7\,^1/_2$ mal; das Steigrad weiter bei einer Umdrehung des Mittelrades $^{64}/_8$ oder 8 mal um seine Achse und mithin dreht sich das Steigrad $7\,^1/_2 \times 8$ oder 60 mal bei einer Umdrehung des Stundenrades, oder in jeder Minute ein mal. Nun hat das Steigrad 30 Zähne und mithin wird nach Frage 38 das Pendel in jeder Minute 60 einfache Schwingungen machen oder es wird ein Secundenpendel sein.

40. Läßt sich eine einfache Form für Berechnung des Umlaufs mehrerer verbundenen Räder aufstellen, und welches ist sie?

Eine solche Form ist nach dem vorhin Gesagten sehr einfach auszudrücken. Unterscheidet man nämlich bei einem Räderwerke die Zähne und Triebstäbe, welche eingreifen oder treiben, von denen, in die der Eingriff erfolgt, oder welche getrieben werden, so ist der Umlauf des letzten Getriebenen gleich dem Quotienten, welcher erhalten wird, wenn man mit dem Producte der Getriebenen in das Product der Treibenden dividirt, während eines Umlaufes des ersten Treibenden.

41. Wie ist diese Regel in Bezug auf das Räderwerk in Frage 39 zu verstehen?

Hier sind das Stunden- und das Mittelrad die Treibenden, so wie das Mittelrads- und Steigradsgetriebe die Getriebenen. Man setze die Zähne der genannten Räder über, und die Stäbe der Getriebe unter einen horizontalen Strich, wie folgt:

$$\frac{75\ .\ 64.}{10\ .\ 8.}$$

Sind nun je zwei dieser Zahlen, die eine oben und die andere unten, nach den bekannten Rechenregeln zu kürzen, so verrichte man dies. Für unser Beispiel würde man erhalten

$$\frac{15\ \cancel{75}\ .\ \cancel{64}\ \cancel{8}\ 4}{\cancel{2}\ \cancel{10}\ .\ \cancel{8}}$$

und endlich $15 \times 4 = 60$ Umläufe des Steigrades während eines Umlaufs des Stundenrades.

42. Wenn ein Rad mit 80 Zähnen in ein Trieb von 10 Stäben eingreift; ferner an der Welle dieses Triebes ein Rad mit 70 Zähnen festsitzt, welches wieder in ein achtstäbiges Getriebe eingreift; endlich an letzterem Getriebe ein Rad mit 48 Zähnen ein siebenstäbiges Getriebe bewegt: wie viel Umläufe wird das letzte Getriebe während des Umlaufes des ersten Rades vollenden?

Das erste Trieb hat $^{80}/_{10}$, das zweite $^{70}/_{8}$ und das dritte $^{48}/_{7}$ Umdrehung. Das letzte Trieb vollendet also bei einem Umlaufe des ersten Rades:

$$\frac{80.\ 70.\ 48.}{10.\ \ 8.\ \ 7.} = 480 \text{ Umdrehungen.}$$

Im Falle sich nun das erste — 80zähnige — Rad in 1 Stunde einmal um seine Achse dreht, würde die Umdrehungszeit des letzten Getriebes $^{1}/_{480}$ Stunde = $^{1}/_{8}$ Minute betragen.

43. Angenommen, es wäre bestimmt, um wie viel mal bei einer gegebenen Anzahl Räder sich das letzte derselben bei einem Umlaufe des ersten umdrehen soll: auf welche Weise läßt sich die Zahl der Radzähne und Triebstäbe berechnen?

Das Verfahren ist folgendes. Nachdem festgesetzt, wie viel Räder in einander greifen sollen, zerfällt man die Zahl, welche die Umläufe des letzten Getriebes ausdrückt, in so viel Factoren, als Getriebe werden sollen. Diese Factoren können auch einfache Brüche enthalten. Multiplicirt man nun jeden dieser Factoren durch eine Zahl, welche die Anzahl der Stäbe des gewünschten Getriebes bezeichnet, so geben die Producte die Anzahl der Radzähne. Natürlich können diese Producte nur ganze Zahlen sein.

44. Auf welche Weise könnte hiernach das Gehwerk Fig. 12 anders berechnet werden?

Das Steigradgetriebe macht 60 Umläufe während einer Umdrehung des Stundenrades. Von letzterem bis zu genanntem Getriebe wirken zwei Räder, das Stunden- und das Mittelrad. Die Zahl 60 in zwei passende Factoren zerlegt giebt z. B. $8 \times 7^{1}/_{2}$ oder $9 \times 6^{2}/_{3}$. Nehmen wir für ersten Fall ein Zehner- und ein Achter-Getriebe, so könnte man setzen:

Steigrad	—	Zähne,	8	Getriebstäbe,
Mittelrad	60	„	10	„
Stundenrad	80	„	—	„

und für den zweiten Fall für ein Sechser- und ein Zehner-Getriebe:

Steigrad	—	Zähne,	6	Getriebstäbe,
Mittelrad	60	„	10	„
Stundenrad	60	„	—	„

von welchen Berechnungen allerdings die erstere vorzuziehen sein würde.

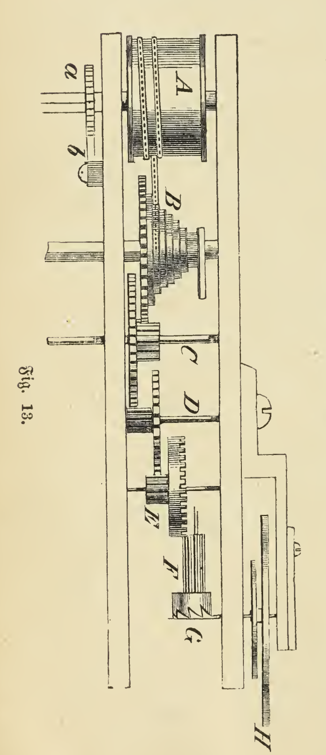


Fig. 13.

45. Wie ist das Gehwerk einer gewöhnlichen Taschenuhr beschaffen?

Die im Federhause oder der Trommel eingeschlossene Feder wird durch das Sperrrad a und den Sperrkegel b gespannt. Ihr Bestreben, sich auszudehnen, bringt die Trommel in Bewegung, welche diese mittelst der Kette auf die Schnecke und dadurch auf das Schneckenrad B überträgt. Das Schneckenrad greift in das große Bodenrads- oder Minutenradsgetriebe C, das Minutenrad in das kleine Bodenrads- oder Mittelradsgetriebe D; das Mittelrad in das Kronradsgetriebe E und das Kronrad endlich in das Steigradsgetriebe F. Das Steigrad selbst setzt die Spindel G mit der Unruhe H in schwingende Bewegung.

46. Angenommen, in einer Taschenuhr solle das Steigrad 600 mal bei einer Umdrehung des Minutenrades umlaufen, wie kann die Berechnung eingerichtet werden?

Es läßt sich die Zahl 600 in die Factoren 10, 8, 7 1/2 zerlegen, d. h. 10 mal 8 ist 80 und 80 mal 7 1/2 giebt 600. Nehmen wir nun, Beispiels halber, Sechsergetriebe, so könnte die Berechnung des Werkes sein, wie folgt:

Minutenrad	60 Zähne,	— Triebstäbe,
Mittelrad	48 „	6 „
Kronrad	45 „	6 „
Steigrad	— „	6 „

Giebt man nun noch dem Steigrade 15 Zähne, was bei einem Umlauf desselben 30 Unruhschwingungen entspricht, so vibrirt die Unruhe 18000 mal in 1 Stunde. Wird ferner dem Minutenrade ein 12stäbiges Getriebe und dem Schneckenrade 48 Zähne gegeben, so kommt letzteres in 4 Stunden einmal herum.

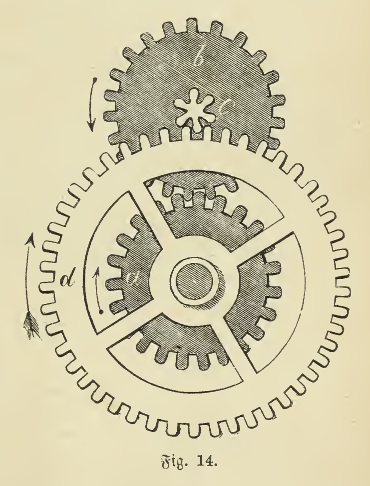


Fig. 14.

47. Wie ist das Zeigerwerk einer gewöhnlichen Taschenuhr beschaffen und wie kann seine Berechnung sein?

Auf der Achse des Minutenrades steckt, streng drehbar, die Minutenzeigerhülse a und auf dieser das Stundenzeigerrad d. Beide drehen sich von links nach rechts. Nun soll das Stundenzeigerrad in 12 Stunden einen Umlauf vollbringen, und um dies zu erreichen ist das Wechselrad b mit Wechselgetriebe f angebracht, so daß das Minutengetriebe in das Wechselrad und das Wechselradgetriebe in das Stundenzeigerrad eingreift. Die

Zahl 12 zerfällt am bequemsten in die Factoren 3 und 4 und es läßt sich mit diesen folgende Anordnung des Zeigerwerks treffen:

Minutenradgetriebe . .		12 Stäbe,
Wechselrad	32 Zähne,	8 „
Stundenrad	36 „	— „

Bei manchen Uhren kommt das Wechselrad in 2 Stunden einmal herum und es bewegt sowohl Minutengetriebe, als Stundenrad. Das Wechselrad muß hierbei in das Minutengetriebe von halb so viel Stäben, und das Wechselgetriebe in das Stundenzeigerrad von sechs mal so viel Zähnen eingreifen.

48. Wie sind beim Zeigerwerke Fig. 14 die Durchmesser von Rädern und Getrieben zu bestimmen?

Weil hier das Minutengetriebe von 12 Stäben in das Wechselrad von 32 Zähnen eingreift, so nehme man das Verhältniß 12 : 32 oder kürzer von 3 : 8, theile den Abstand zwischen den Mittelpunkten a c in 8 + 3 oder 11 Theile und gebe davon dem Stundenradgetriebe 3, so wie dem Wechselrade = 8. Natürlich erhält man hierdurch nur die Theilkreise (Frage 31, 32). Ferner, hat das Wechselradgetriebe 8 Stäbe und das Stundenzeigerrad 36 Zähne, so nehme man das Verhältniß 8 : 36 oder 2 : 9, theile den Abstand a c wieder in 11 Theile und gebe davon dem Wechselradgetriebe 2, so wie dem Stundenzeigerrad 9. Auf dieselbe Weise ist bei anderen Berechnungen zu verfahren.

49. Auf welche Weise ist das gewöhnliche Datumzeigerwerk eingerichtet?

Auf dem Zifferblatte befindet sich innerhalb der Stundenzahlen ein in 31 Theile getheilter, mit Ziffern beschriebener Kreis für die Monatstage, welche ein Zeiger, der um Mitternacht jeden Tages um eine Zahl weiter springt, anzeigt. Der Mechanismus, welcher dieses Weiterspringen bewirkt, ist folgender: Auf dem Stundenzeigerrade des vorhin beschriebenen Zeigerwerkes ist ein kleineres Rad A (Fig. 15) befestigt, welches in ein anderes Rad B von doppelt so viel Zähnen eingreift. Auf dem Stundenzeigerrohre dreht sich leicht ein anderes Rohr mit

dem Datumrade C, welches 31 sägenartig eingeschnittene Zähne hat. Das willkürliche Vorrücken dieses Rades wird durch die Sperrung D verhindert, welche durch die schwache Feder E sanft gegen C gedrückt wird. Es ist nun klar, daß das Rad B in 24 Stunden einen Umlauf macht. Auf ihm ist in passender Entfernung ein Stift a angebracht, welcher in das Datumrad C eingreift und dieses alle 24 Stunden um einen Zahn weiter schiebt. Auf der Hülse des Datumrades steckt der Datumzeiger. Selbstverständlich wird vermöge der beschriebenen Einrichtung

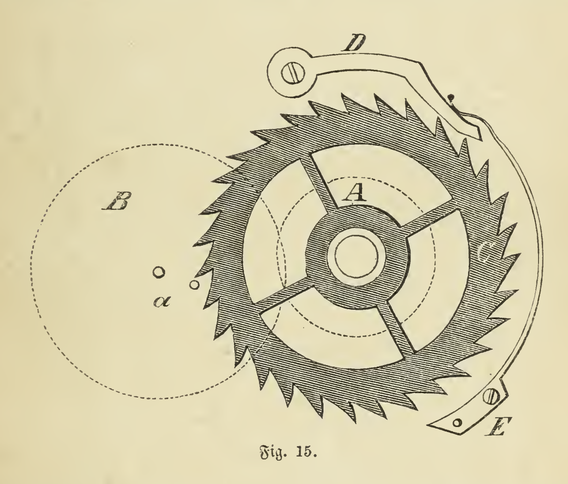


Fig. 15.

jeder Monat zu 31 Tagen angegeben und es ist deshalb nöthig, den Zeiger an jedem Ersten richtig zu stellen.

50. Ein Mondenrad soll in 29 Tagen 12¼ Stunden einen Umlauf machen; wie läßt sich das dazu gehörende Räderwerk berechnen?

Es sind 29 Tage 12¼ Stunde gleich 2835 Viertelstunden. Das Stundenzeigerrad einer Uhr braucht zu einem Umlaufe 12 ganze oder 48 Viertelstunden, es muß also bei einem Umlaufe des Mondenrades $59\frac{1}{48}$ mal umlaufen. Letztere Zahl läßt

sich in die Factoren 15 und $3^{15}/_{16}$ zerfällen, und wenn man ersteren durch 5, so wie letzteren durch 16 multiplicirt, so kommen 75 und 63 zum Producte. Die Berechnung des Mondenzeigerwerks wäre für obige Zerfällung folgende:

Mondenrad	— Triebstäbe,	63 Zähne,
Hilfsrad	16 =	75 =
Stundenrad	5 =	— =

Weil jedoch bei der Ausführung obige Zahlen vertauscht werden können, so würde folgende Anordnung bequemer sein:

Mondrad	— Triebstäbe,	75 Zähne,
Hilfsrad	5 =	63 =
Stundenrad	16 =	— =

51. Die Länge des tropischen Jahres beträgt nahe 365 Tage 5 Stunden 48 Minuten $58^{38}/_{49}$ Secunden; wie kann ein Zeigerwerk construirt werden, in welchem das letzte Rad in obiger Zeit einmal umläuft?

Das Stundenzeigerrad macht während eines tropischen Jahres von der oben angegebenen Länge $730^{95}/_{196}$ Umläufe. Diese Zahl kann in die Factoren $7^{1}/_{7}$, $9^{6}/_{7}$ und $10^{3}/_{8}$ zerlegt werden, woraus bei Getrieben von 7, 7 und 8 Stäben folgende Berechnung folgt:

Jahrrad . . .	— Triebstäbe,	83 Zähne,
zweites Hilfsrad	8 =	69 =
erstes Hilfsrad	7 =	50 =
Stundenrad	7 =	— =

52. Haben Uhrwerke mit mehr Rädern bei gleicher Berechnung auch mehr Zähne?

Nein. Gerade im Gegentheil, je mehr Räder sind, desto kleiner ist die Summe der Zähne. Wird z. B. in dem Frage 39 erwähnten Falle die Zahl 60 in die drei Factoren $3 \times 4 \times 5$ zerlegt, so erhält man bei 6, 8 und 10 Triebstäben Räder mit 30, 32 und 30 Zähnen, d. i. mit 92 Zähnen in Summa. Nimmt man ferner 4 Räder und zerlegt 60 in die Factoren $2 \times 2^{1}/_{2} \times 3 \times 4$, so bekommt man bei 8stäbigen Getrieben 16, 20, 24 und 32 Zähne oder ebenfalls 92 zusammen. Bei

den zwei Rädern in Frage 44 sind aber im ersten Falle 140 und im andern 120 Zähne erforderlich.

53. Zum bessern Verständniß berechne ein Räderwerk von 1—2—3—4 Rädern. Das letzte Getrieb soll 144 Umläufe während eines Umlaufes des ersten Rades vollbringen. Alle Getriebe sollen achtstäbig sein. Wie viel Radzähne sind in jedem Falle nöthig?

Für den ersten Fall müßte das Rad 144 mal 8 oder 1152 Zähne haben. — Zwei Räder ließen sich in die Factoren 12 mal 12 für die Umlaufszeit zerfällen; sie hätten mithin 96 und 96 oder zusammen 192 Zähne nöthig. — Bei drei Rädern könnte man 144 in 6 mal 6 mal 4 zerlegen; die Anzahl der Radzähne betrüge hiernach 48 + 48 + 32 oder 128. — Für vier Räder endlich wären 4 — 4 — 3 — 3 bequeme Factoren und danach die Anzahl der Radzähne 32 + 32 + 24 + 24 oder zusammen 112.

Ein Rad bedarf hiernach	1152	Zähne
zwei Räder brauchen nur	192	„
drei „ „ „	128	„
vier „ „ „	112	„

54. Wäre es hiernach nicht vortheilhafter, den Uhren recht viel Räder zu geben?

Viel Räder erfordern auch viel Getriebe und mithin viel Zapfen. Jemehr aber eine Uhr Zapfen hat, desto größer ist auch die Reibung und deshalb ist die Anzahl der Räder nicht allzu groß zu nehmen. Regeln für die passendste Zahl der Räder lassen sich nicht geben, außer der, daß bei Construction eines Räderwerks möglichst wenig Achsen bei nicht allzugroßen Rädern vorkommen sollen. Der denkende Uhrmacher wird in jedem Falle das beste Verhältniß zu bestimmen suchen müssen.

55. Welche Kräfte dienen zur Bewegung der Uhren?

Gewichte und Federn. Andere Motoren, als Elektromagnetismus, das Steigen und Fallen des Quecksilbers in einem großen Barometer u. s. w. werden Curiositäten bleiben und erfordern dieselben immer noch ein Gewicht oder eine Triebfeder. Ein

sogenanntes Perpetuum mobile, oder eine ohne Aufhören von selbst Kraft erzeugende Maschine endlich, welche zu erfinden so Viele Zeit, Geld und Verstand verschwendet haben, ist ein Ding der Unmöglichkeit, was die ersten Grundsätze der Mechanik beweisen, so wie auch alle dagewesenen Perpetua auf Betrug beruhten.

56. Weshalb ist ein Perpetuum ein Ding der Unmöglichkeit?

Weil sich in der ganzen Natur Ursache und Wirkung, und speciell in der Beweglehre Kraft und Weg gegenseitig aufheben. Wenig Kraft mit viel Geschwindigkeit giebt gleiche Wirkung mit viel Kraft und wenig Geschwindigkeit: ein Ueberschuß der Kraft aber ist nicht möglich.

57. Was ist im Allgemeinen vom Gewichte zu sagen?

Daß man dazu einen möglichst schweren Körper, z. B. Blei, wählt, bedingt sich von selbst, weil der Raum, den das Gewicht einnehmen kann, gewöhnlich sehr beschränkt ist. Was die Art und Weise anlangt, auf welche das Gewicht mit dem Räderwerk in Verbindung steht, so ist zu bemerken, daß es an einer Schnur, Saite oder Kette hängt, welche über eine Rolle gehen, oder die auf eine Walze gebunden sind. Bei der ersten Art ist ein kleines Gegengewicht erforderlich, um das Rutschen der Schnur zu verhindern. Dieser Uebelstand tritt aber ohnedem ein, wenn die Schnur oder die Saite durch längeren Gebrauch schwächer geworden ist. In allen Fällen sind also die Walzen vorzuziehen, obwohl sie mehr Raum erfordern als die Kloben.

58. Auf welche Weise läßt sich der Weg, den das Gewicht zurücklegt, vergrößern?

Je größer der Raum ist, den ein Gewicht in einer gewissen Zeit durchlaufen kann, desto kleiner kann es selbst sein. Dieser Raum — die Fallhöhe — ist aber durch mancherlei Umstände mehr oder weniger beschränkt, und wenn man der Uhr nicht allzu viel Räder geben, oder, wie der Uhrmacher sagt, sie nicht zu sehr übersetzen will, sucht man die Wirkung des Gewichts zu vergrößern. Dies geschieht entweder dadurch, daß man die

Walze schwächer macht, was jedoch wegen der allzustarken Biegung der Schnur nur bis zu einer gewissen Grenze thunlich ist; oder man hängt das Gewicht in Kloben. Es sei nämlich A (Fig. 16) die Walze, um welche die Gewichtschnur geschlungen ist. Letztere läuft über eine bewegliche Rolle B (den Kloben), an welcher das Gewicht D hängt, und ist neben der Walze in C befestigt. Hierdurch wird bewirkt, daß die Schnur den doppelten Weg zurücklegt, das Gewicht muß aber auch noch einmal so schwer sein, weil es halb auf den Punkt C und nur halb auf die Walze A wirkt. Durch Vermehrung der Rollen ließe sich der Weg des Gewichts noch mehr vergrößern, dies ist jedoch wegen der Reibung und Unbequemlichkeit nicht rathsam.

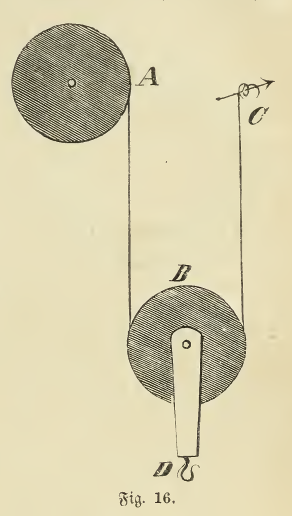


Fig. 16.

59. Was ist in der Hauptsache über die Triebfeder zu sagen?

Dieselbe besteht aus einem bandförmigen spiralartig zusammengewundenen Stahlstreifen, welcher am innern Ende an einer cylindrischen Welle befestigt ist und mit dem äußern mit der innern Fläche eines walzenförmigen Gehäuses in Verbindung steht, so, daß die Feder, völlig aufgewunden, das Gehäuse — die Trommel — nicht ganz ausfüllt. Bei gewöhnlichen Taschenuhren ist der innere Theil der Feder feststehend, während sich die Trommel beim Aufwickeln der Feder bewegt; in Uhren ohne Schnecke hingegen ist das Federgehäuse feststehend und die innere Achse, welche in diesem Falle das Federrad trägt, dreht sich — fliegendes und feststehendes Federgehäuse.

60. Es sei in Fig. 17 A die Achse zweier Scheiben AB, AC, auf deren Umkreisen zwei Gewichtschnuren BE, CD liegen. In welchem Verhältniß stehen beim Gleichgewicht die Gewichte D und E zu den Weiten AB und AC?

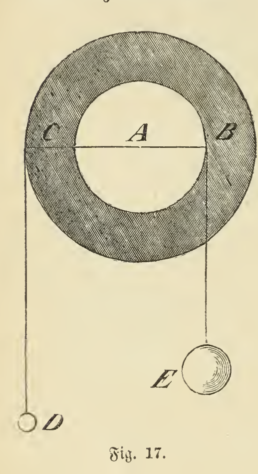


Fig. 17.

Es ist ein allgemeines Gesetz der Beweglehre — Mechanik —, daß die Wirkung zweier Kräfte gleich ist, wenn die Producte ihrer Maße mit den von ihnen in derselben Zeit zurückgelegten Wegen gleich groß sind. Angenommen nun, es sei die Weite AB = 6 Cent., AC = 13 Cent. und auf der Rolle AC liege ein Gewicht D von 4 Loth. Dieses Gewicht muß einen Weg von 13 Cent. durchlaufen, wenn das Gewicht E 6 Cent. gehoben wird. Nach obigem Gesetze ist nun die Proportion zur Berechnung des Gewichts E, wenn es mit D im Gleichgewicht stehen soll, folgende:

Wie sich verhält AB zu AC, so verhält sich auch das Gewicht D zum Gewicht E,

d. i. wenn für unser Beispiel die bezüglichen Zahlen eingesetzt werden:

$$6 : 13 = 4 : x$$

woraus sich x, als Gewicht von E, zu $\frac{4 \times 13}{6} = 8\,^2/_3$ Loth berechnet.

61. Was folgt unmittelbar aus vorigem Satze?

Es ergiebt sich sofort, daß je kleiner die Gewichtrolle oder die Walze A (Fig. 17) im Verhältniß zum Rade B ist, um so größer auch das Gewicht bei E sein muß. Durch Verkleinerung der Walze läßt sich zwar die Fallhöhe des Gewichts vermindern, dies aber nur auf Unkosten des Gewichts. Ueberdies kommt noch hinzu, daß bei schwachen Walzen die Biegung der Schnur größer wird (Fr. 58), was mehrfache Nachtheile mit sich bringt.

Noch sei hier ein für allemal erwähnt, daß bei vorigen Durchmessern der Halbmesser des Rades vom Mittelpunkte bis zum Theilkreise und der Halbmesser der Walze von deren Mittelpunkt bis zur Mitte der Schnur zu nehmen ist.

62. Wie ist die Kraft zu berechnen, wenn ein Rad in ein Getriebe greift?

In Fig. 18 sei A ein Rad und B ein Getriebe, beide bis zum Theilkreise gezeichnet. Weil beide an ihrer Oberfläche gleiche

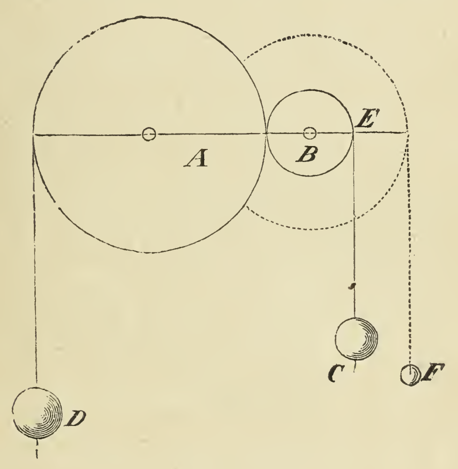


Fig. 18.

Geschwindigkeit haben, so werden auch die Gewichte C und D gleich schwer sein müssen, wenn Gleichgewicht eintreten soll. Das Getriebe B trage aber ein Rad E von fünfmal so großem Durchmesser, so müßte in diesem Falle das Gewicht D fünfmal schwerer sein als F, sobald keines das Uebergewicht haben soll.

63. Was kann man bei zusammengesetzten Räderwerken anstatt der Durchmesser in Ansatz bringen, um die Kraft zu berechnen?

Die Anzahl der Zähne und Triebstäbe, oder, was daraus folgt, die Umlaufsgeschwindigkeit. In einer Pendeluhr sei z. B.

Steigrad	— Zähne,	8 Triebstäbe,	
Mittelrad	60	10	"
Walzenrad	80 "	—	"

so giebt das Verhältniß $\frac{60 \times 80}{8 \times 10} = 60$ unmittelbar an, daß 1 Quent am Steigradsgetriebe im Gleichgewicht steht mit 60 Quent an den Zähnen des Walzenrades. Sei nun weiter die Walze halb so hoch als das Walzenrad und das Steigrad 5 mal so hoch als sein Getriebe, so werden $2 \times 5 \times 60 = 600$ Quent am Umfange der Walze erforderlich sein, um mit 1 Quent an den Zahnspitzen des Steigrades im Gleichgewicht zu stehen.

64. Stimmt diese Berechnung auch in der Praxis völlig überein?

Nein! Denn wenn auch alle Theile einer Uhr richtig geformt und aufs sorgfältigste bearbeitet sind, so tritt doch das allgemeine Hinderniß der Bewegung ein, die Reibung. Sie läßt sich vermindern durch richtige Form und gute Politur von Zahn und Triebstab, durch möglichst schwache, völlig runde, gut gehärtete und polirte Zapfen und durch die Wahl eines passenden Materials zu den Zapfenlöchern oder Futtern.

65. Welche Erfahrungen hat man in letzterer Beziehung gemacht?

Daß in allen Uhren die Zapfen von Stahl und die Futter bei gewöhnlichen von Messing, so wie bei feinen Uhren von einem Edelsteine gefertigt, am zweckmäßigsten sind. Größeren Uhren giebt man gern Futter aus einer harten Metalllegirung. Bei kleinen Uhren muß das Messing zu den Futtern, so wie überhaupt zu allen andern Theilen, recht hart geschlagen sein.

66. Hat die Berechnung der Reibung Werth für den Uhrmacher?

Nur geringen. Es genügt, durchschnittlich anzunehmen, daß bei guten Uhren $^1/_4$ und bei gewöhnlichen $^1/_3$ der bewegenden Kraft zur Ueberwindung der Reibung verwendet wird.

67. Welche Grundsätze müssen aber bei Construction eines Uhrwerkes hinsichtlich der Reibung beachtet werden?

Die möglichst genaue Form der Radzähne und Triebstäbe, so wie deren glatte, polirte Bearbeitung. Ferner, und hauptsächlich gute Form, gute Härtung und die feinste Politur der Zapfen.

68. Wodurch läßt sich die Reibung vermindern?

Durch Einölen der sich reibenden Theile, mit Ausnahme der Zähne und Triebstäbe, so wie solcher Theile, wo Messing auf Messing reibt. Die Erfordernisse eines brauchbaren Uhrmacheröles sind folgende: 1) darf es nicht zäh sein; 2) darf es nicht leicht gerinnen; 3) nicht bald steif und harzig werden; 4) nicht schnell verfliegen; 5) darf es keine Säure enthalten. Aetherische Oele sind zwar sehr geschmeidig, sie verflüchtigen aber bald, und überhaupt bestimmt der Preis eines Oels nicht dessen Güte. Das Oel der süßen Mandeln wird gern für kleine Uhren angewendet; für große ist Rindsmark anzuempfehlen.

69. Wirken Gewicht- und Federkraft gleichmäßig?

Nein. Die Kraft eines Gewichtes bleibt bei seinem langsamen Falle immer dieselbe: eine Feder hingegen übt die größte Kraft bei ihrer größten Spannung aus.

70. Ist letzterer Umstand von Wichtigkeit für den richtigen Gang der Uhren?

Unbedingt ja. Bei ruhender und freier Hemmung wird zwar der Einfluß größerer Federspannung wenig bemerklich; bei zurückfallenden Hemmungen jedoch ist derselbe von großer Wichtigkeit.

71. Welche Vorrichtung ist erdacht worden, die ungleiche Zugkraft der Feder auszugleichen?

Dazu dient ein abgestumpfter Kegel mit einer schneckenförmig gewundenen Rinne. Der Form halber wird diese Vorrichtung selbst Schnecke genannt.

72. Was ist hauptsächlich über die Schnecke zu sagen?

Die Schnecke besteht aus einem kegelförmigen Stück Messing A Fig. 19, um welches ein schneckenartig eingeschnittener Gang läuft, welcher zur Aufnahme der Kette C dient, die das Federhaus B mit der Schnecke verbindet. Bei der schwächsten Federspannung liegt die Kette auf dem äußersten und bei der stärksten Spannung auf dem kleinsten Schneckendurchmesser, wodurch die ungleiche Zugkraft der Feder corrigirt wird. Der Erfinder

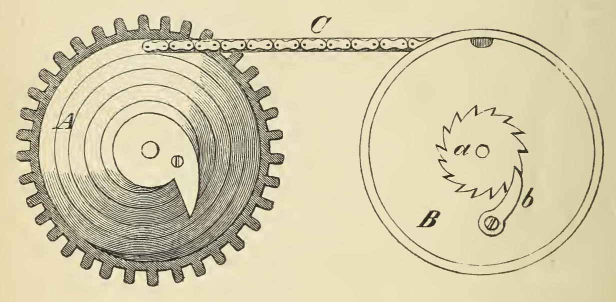


Fig. 19.

der Schnecke ist unbekannt, doch fällt ihre Erfindung höchst wahrscheinlich ins erste Viertel des 17. Jahrhunderts.

73. Giebt es ein bestimmtes Gesetz für die Form des Schneckenganges?

Ein solches giebt es nicht, auch würde ein und dieselbe Schneckenform nicht gleich passend für verschiedene Federn sein, weil deren Spannung je nach Länge, gleicher oder ungleicher Stärke und Härte u. s. w. verschieden zunimmt. Im Allgemeinen gilt als Regel, den kleinsten Durchmesser einer Schnecke $^{3}/_{5}$ mal so groß zu machen, als ihren größten. Hierbei müssen die Gänge eine genügende Anzahl Windungen haben, und muß die Kette die Schneckengänge genau ausfüllen, ohne zu klemmen oder darin zu wanken.

74. Durch welches Mittel wird verhindert, daß beim Aufziehen einer Uhr das Gewicht oder die Feder wieder rückwärts gehe?

Durch das sogenannte Gesperre (Fig. 20). Das Schneckenrad A sitzt beweglich an der Achse der Schnecke, an welcher sich das Sperrrad B befindet, in welches der Sperrkegel b einfällt und durch die Sperrfeder a angedrückt wird. Sperrkegel und Sperrfeder sitzen am Schneckenrade. Dreht man nun die Schnecke in der Richtung des beigesetzten Pfeiles, so tritt der Sperrkegel aus den Zähnen des Sperrrades; in umgekehrter Richtung stemmt er sich hingegen in dieselbe ein. Auf gleiche Weise ist auch das Gesperre bei Gewichtuhren und bei Uhren mit festem Federhause eingerichtet.

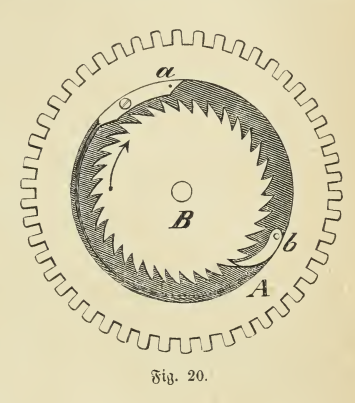


Fig. 20.

75. Auf welche Weise wird die Spannung der Feder bewirkt?

Am Federstifte sitzt ein kleines Spannrad a (Fig. 19) mit schiefen Zähnen, in welche ebenfalls ein Sperrkegel b eingedrückt werden kann. Wenn die Kette auf die Schnecke und das Federhaus gelegt ist, wird der Federstift so gedreht, daß die Feder gespannt wird, und nachdem die gehörige Spannung erreicht wurde, drückt man den Sperrkegel in das Rad.

76. Wodurch wird das Ueberziehen der Uhren mit Schnecke verhindert?

Durch die in Fig. 21 dargestellte sinnreiche Vorrichtung. A ist hier das Federhaus und B das schwache Ende der Schnecke. An dieser ist die Schnauze a fest angeschraubt, welche dicht an dem Vorfall C vorbeigeht, welcher sich etwas auf- und abwärts

bewegen läßt, aber durch die Feder D in gleicher Lage gehalten wird. Sobald nun die Kette den letzten Gang der Schnecke erreicht, drückt sie den Vorfall etwas nieder, wodurch bewirkt wird, daß sich die Schnauze a gegen ihn stemmt und das weitere Aufziehen hindert.

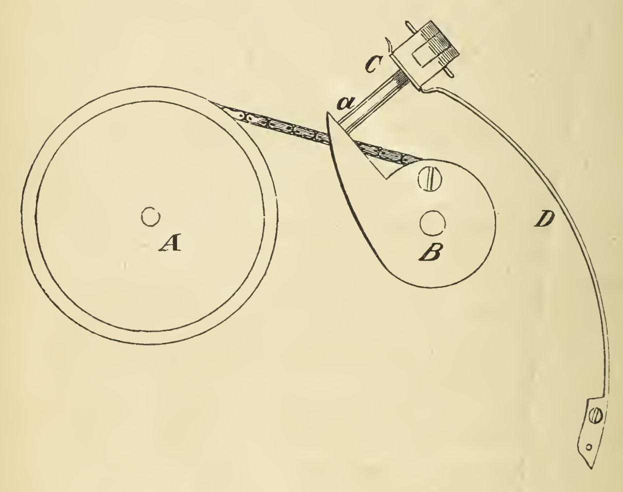


Fig. 21.

77. Wie wird dies bei Uhren mit stehendem Federhause bewirkt?

Die Achse des Federrades trägt ein mit einem Zahne versehenes Stück A (Fig. 22), welches in ein auf die Uhrplatte befestigtes, theilweise gezahntes Rad B eingreift. Sobald hier die gewünschten Umdrehungen beim Aufziehen vollendet sind, kommt das Zahnstück in die Lage A′, stemmt sich an den ungezahnten Theil des Rades und verhindert so das Ueberziehen der Uhr. Diese Vorrichtung dient gleichzeitig zum Spannen der Feder. Sicherer wirkt diese Vorrichtung in der Figur 22ᵃ

abgebildeten Form, weil hier ein Verrücken der Scheibe — des Malteserkreuzes — unmöglich ist. Selbstverständlich müssen sch beide Vorrichtungen mit einiger Reibung um die Schrauben ir ihrem Mittelpunkte drehen lassen.

Dritter Abschnitt.

Hemmung und Regulator.

---

78. Was wird überhaupt unter Hemmung verstanden?

Eine Vorrichtung, welche das schnelle und unregelmäßige Ablaufen des Räderverkes verhindert.

79. Welche Hemmungsarten sind hauptsächlich zu unterscheiden?

Hauptsichlich drei: die zurückfallende, de ruhende und die freie.

80. Auf welche Grundformen lassen sich die Hemmungen speciell zurückführen?

Auf die älteste, die Spindelhemmung; auf die Ankerhemmung in verschiedner Form; auf die Cylinder- und Kommahemmung und endlich auf die selbständige oder freie Hemmung.

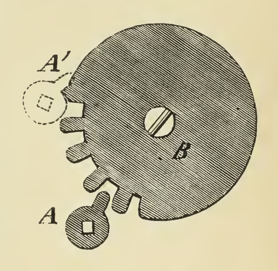




Fig. 22.

81. Wie ist die gewöhnliche Spindelhemmung eingerichtet?

Diese älteste aller Hemmungen hat ein kronförmiges Steigrad a (Fig. 23) mit schief eingeschnittenen Zähnen, deren Anzahl ungerade ist. Die Spindel C hat zwei etwas über einen

rechten Winkel gegen einander geneigte Platten — Lappen — 1 und 2 und sie trägt an dem oberen Ende die Unruhe d. Die Art und Weise, auf welche diese Hemmung wirkt, ist folgende: Bei der Drehung des Steigrades in der Richtung des bezeichneten Pfeiles erfaßt ein Zahn — hier der unterste —

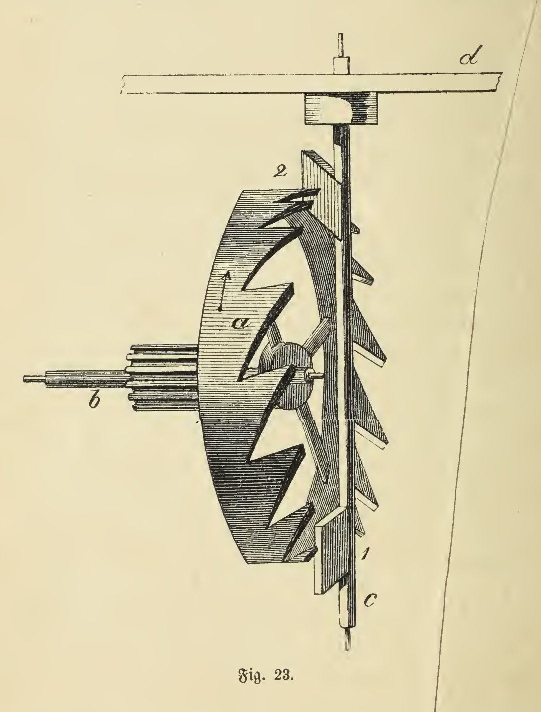


Fig. 23.

einen Spindellappen, schiebt ihn fort und dreht dabei die Spindel um ihre Achse. Der andere Lappen geht hierbei neben dem obersten Zahne vorbei, und sobald der unterste Zahn den Lappen 1 verdrängt hat, erfaßt der nunmehr eintretende oberste Zahn den Lappen 2, schiebt ihn fort und dreht dadurch die Spindel

auf die entgegengesetzte Seite. Auf diese Weise geht das abwechselnde obere und untere Eingreifen des Steigrades fort und dadurch wird das zu schnelle Ablaufen des Räderwerks verhindert.

82. Welches sind die bei einer Spindelhemmung zu beachtenden Hauptgrundsätze?

Im Wesentlichsten sind es folgende:

1. Der Winkel, welchen beide Spindellappen bilden, ist am besten 100—110 Grad.

2. Die Lappen müssen bis durch den Wellbaum — Achse — der Spindel eingeschnitten und sehr eben und fein polirt sein.

3. Ihre Länge ist gleich der halben Entfernung zweier Zahnspitzen zu nehmen.

4. Die Zapfen der Spindel sollen recht cylindrisch und drei mal so lang als dick sein.

5. Ihre Enden sollen nicht rund sondern flach abgeplattet werden, um die Reibung in jeder Lage der Uhr möglichst gleich zu machen.

6. Die Steigradszähne müssen gleich lang sein, gleichen Abstand von einander haben und ganz gleichförmige Spitzen besitzen.

7. Jede Hebung der Spindel soll ohne Spiralfeder 20 Grad, die ganze Spindelbewegung also 40 Grad betragen.

83. In welchem Verhältniß soll das Gewicht der Unruhe zur Hemmung stehen?

Das Gewicht der Unruhe richtet sich nach der Anzahl der Schwingungen, welche sie machen soll. Die ist bei Taschenuhren nicht unter 14,000 und nicht über 18,000 in der Stunde. Je langsamer nun die Schwingungen sein sollen, um so schwerer ist auch die Unruhe zu machen. Man hat sich viel Mühe gegeben, eine Formel zur Berechnung des Unruhgewichts zu finden; für die Praxis sind solche aber ganz unbrauchbar und nur die Erfahrung kann hier Rathgeber sein. Diese hat aber gelehrt, daß eine Unruhe das passendste Gewicht hat, wenn die Uhr ohne Spiralfeder in der Stunde ungefähr 27 Minuten voreilt;

geht sie also langsamer, so ist die Unruhe durch Abfeilen zu erleichtern.

84. Welchen Werth hat die Spindel gegen andere Hemmungen?

Nachtheile der Spindelhemmung sind, daß sie bei stärkerer Bewegkraft schneller arbeitet, so wie, daß die Spindel bei starker Bewegung der Uhr aus dem Steigrade tritt oder sich überschwingt, wodurch die Uhr stehen bleibt. Diesem Uebel wird durch den sogenannten Anprallstift vorgebeugt, welcher jedoch wieder das Uebel mit sich führt, daß derselbe bei starker Bewegung der Uhr, z. B. beim Reiten, fortwährend kräftig anschlägt und den Gang der Uhr beschleunigt. Große Vorzüge dieser Hemmung aber sind, daß sie ohne Oel geht und daß sie wegen ihrer Einfachheit leicht und von minder geschickten Künstlern gefertigt und reparirt werden kann, weshalb wohl auch diese älteste aller Hemmungen in Gebrauch bleiben wird, so lange die Uhren auf bisherige Weise construirt werden.

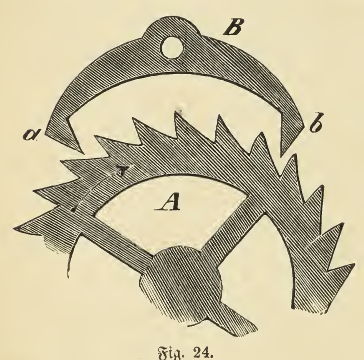


Fig. 24.

85. Wie ist die Hakenhemmung beschaffen?

Der Engländer Clement erfand um 1680 diese Hemmung für Pendeluhren. Das Hemmungsrad A (Fig. 24) hat schief geschnittene, spitze Zähne, welche auf das Hemmstück B einwirken. In obiger Figur liegt der Arm a auf einem Radzahne, welcher diesen Arm nach links schiebt. Hierdurch tritt der Arm b ins Rad ein, wird von einem andern Zahne erfaßt und dieser bewegt den Haken wieder nach rechts. Weil diese Hemmung bei jedem Schwunge das Hemmrad etwas rückwärts bewegt, bevor dieses dem Haken einen neuen Stoß geben kann, hat sie die Fehler

aller rückfallenden Hemmungen, namentlich den der großen Reibung, und deshalb wird sie auch nur noch bei gewöhnlichen Wanduhren angewendet, hat aber auch hier den Vortheil, daß bei genügendem Gewicht ein Stillstehen der Uhr nicht so leicht vorkommt.

86. Wie ist die Grahamsche Ankerhemmung eingerichtet?

Fig. 25 stellt ein Stück des Hemmrades und den Anker vor. Letzterer hat zwei Paletten, A und B, deren äußere Flächen oder Ruhen von dem Punkte a aus in einer Kreislinie stehen. In der Figur dreht sich das Rad von links nach rechts und der Zahn

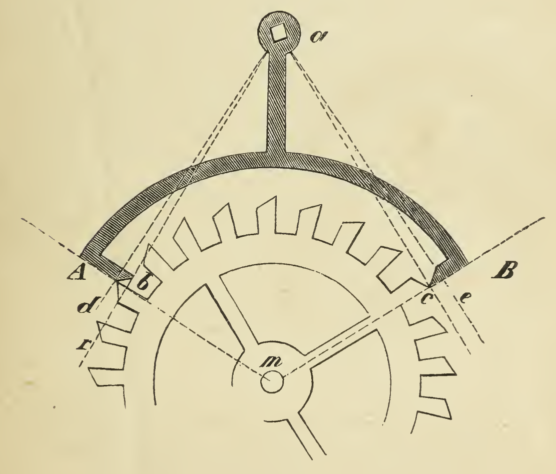


Fig. 25.

c hat soeben die Palette B verdrängt. Hierdurch wird die Palette A dem Zahne b entgegengeführt, welcher auf die äußere Ruhe fällt und den Schwung des Hemmstückes von links nach rechts vollenden läßt. Sobald aber das Hemmstück wieder nach links zurückkehrt, gleitet der Zahn b längs der schiefen Palettenfläche hin und giebt dadurch dem Anker einen kleinen Anstoß.

Ist nun der Zahn b ausgetreten, so fällt zunächst der nach c kommende Zahn auf die Ruhe der Palette B und sodann der Zahn r auf die Ruhe der Palette A und auf diese Weise geht die wechselseitige Wirkung der Hemmung fort.

87. Wie muß der Grahamsche Anker construirt sein, wenn er seiner Bestimmung entsprechen soll?

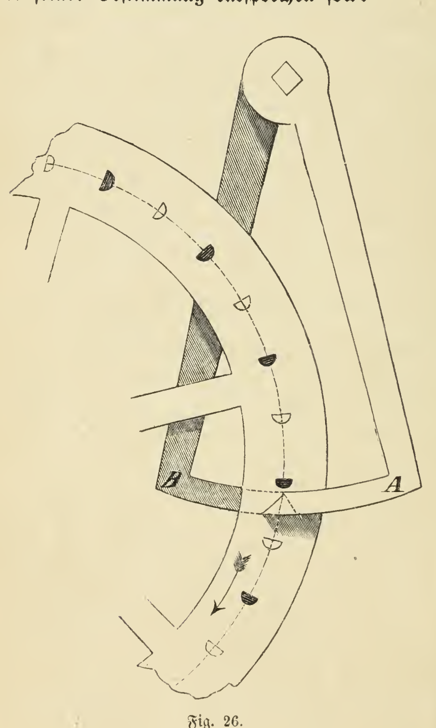


Fig. 26.

Nachdem man einen Theil des Hemmrades gezeichnet hat, bestimmt man, über wie viel Zähne der Anker greifen soll. Dies ist willkürlich, nur legt man ihn über mehr Zähne, wenn die Schwingungen klein sein sollen. Wir wollen, wie in Fig. 25, sieben Zähne nehmen. Vom Mittelpunkte des Rades ziehe man nach den Spitzen des ersten und achten Zahnes die Linien m b, m e und senkrecht auf diese die Tangenten b a, e a. Der Punkt a, wo sich diese Tangenten durchschneiden, ist der Drehpunkt des Ankers. Von hier aus ziehe man die inneren Bogen der Paletten A und B, bestimme den Winkel, um welchen das Rad den Anker heben

soll und ziehe denselben in e a c, b a d. Die äußere Curve der Paletten ziehe man im halben Abstande zweier Zahnspitzen von a aus unterhalb der oberen — d. h. man mache die Paletten halb so stark als die Entfernung zweier Zahnspitzen ist — und ziehe endlich die schiefen Stoßflächen, wie solche die Figur zeigt. Die Länge der Paletten und die Form ihrer gegenseitigen Verbindung ist willkürlich.

88. Was ist bei der praktischen Ausführung der Ankerhemmung vorzüglich zu beachten?

Die sorgfältigste Bearbeitung des Hemmungsrades und der Ankerpaletten. Bei einem messingenen Hemmungsrade müssen die Paletten aus gut gehärtetem und fein polirtem Stahle bestehen. In guten Werken wird das Ankerrad aus Stahl verfertiget und die Palettenflächen bestehen aus einem Edelsteine.

89. Wie ist der doppelte Stiftengang beschaffen?

Bei dieser, in Figur 26 vorgestellten Hemmung hat das Hemmrad keine Zähne, sondern es trägt auf beiden Seiten halbrunde Stifte, so daß deren Rundung die auf den Anker wirkende Fläche ist. In der Figur sind die vorwärts stehenden Stifte weiß und die hinteren schwarz angegeben. Die Paletten A und B des Ankers liegen nicht in einer Ebene, so daß A in die vorderen und B, wie die punktirte Ergänzung zeigt, in die hinteren Stifte des Rades greift. In der Figur ruht ein hinterer Stift auf der Palette B und wird bald längs der schiefen Fläche derselben hinabgleiten. Sobald dies geschehen, fällt der nächste vordere Stift auf die Ruhe der Palette A, das Pendel vollendet seine Schwingung, und wenn es zurückgeht, wirkt der Stift auf die schiefe Palettenfläche. Zuweilen werden die Stifte, wie Fig. 26[a] angegeben ist, nicht auf denselben Kreis, sondern so neben einander gesetzt, daß ihre gegenseitigen Flächen einen zwischen ihnen liegenden Kreis berühren. Was übrigens die Construction des Ankers anlangt, so gilt Alles, was in Fr. 87 hierüber gesagt wurde.

90. Was wird unter dem einfachen Stiftengange verstanden?



Fig. 26a.

Diese Hemmung ist in Figur 27 vorgestellt. Die Stifte des Hemmrades befinden sich sämmtlich auf einer Seite desselben und die Ankerarme liegen deshalb in derselben Ebene, sind aber nicht gleich lang. In der Figur ist ein Stift längs der schiefen Fläche der Palette A hingeglitten und auf die Ruhe der Palette B gefallen. Der Anker bewegt sich vom Schwunge nach rechts, und wenn er zurückkehrt, wird der Zahn auf die schiefe Fläche der Palette B wirken. Um bei dieser und der vorigen Hemmung die Reibung des Stiftes auf den Ruhen möglichst zu vermindern, giebt man den Ruhen eine etwas abgerundete Fläche und sucht ihre

Fig. 27.

Krümmung möglichst genau nach einem Kreisbogen von dem Drehpunkt des Ankers aus zu gestalten.

91. Wie ist die Mohrsche Stiftenhemmung beschaffen?

Das Hemmungsrad dieser in Fig. 28 vorgestellten Hemmung ist ganz wie das vorhergehend beschriebene beschaffen. Die Arme des Ankers sind gleich lang, doch ist die eine Palette a beweglich und wird von einer dünnen Feder aufwärts gedrückt. Sobald der jetzt auf der Ruhe von b liegende Stift längs der schiefen Fläche der Palette hinabgeglitten, wird der nächste Stift auf die bewegliche Palette a fallen und sie nach b drücken, wodurch beide Paletten einen geschlossenen Kreisring bilden. Beim Rückschwunge des Pendels tritt der Stift wieder auf die Ruhe von b, die Palette a tritt wieder von b ab und der Stift kann dem Anker einen neuen Stoß geben. Es ist in die Augen springend, daß bei dieser Hemmung die Stifte nur auf eine Palette des Ankers wirken. Der Erfinder dieser Hemmung, Dr. Mohr in Coblenz, verband den Anker nicht unmittelbar mit dem Pendel, sondern ließ letzteres frei schwingen, und es erhielt bei jeder zweiten Schwingung von einem dritten Arme c des Ankers einen Stoß, wodurch diese Hemmung zur freien wurde.

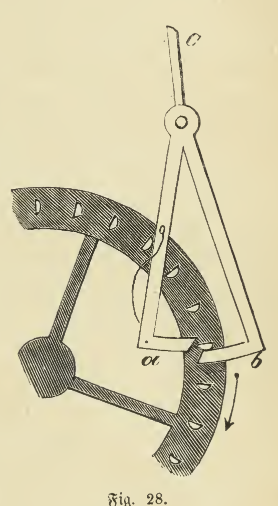


Fig. 28.

92. Welches sind die gewöhnlichsten ruhenden Hemmungen für Taschenuhren?

Es sind folgende:

1. Die von Graham erfundene Cylinderhemmung. Sie bedarf keiner Schnecke, wie die übrigen ruhenden Hemmungen,

sie hat aber sehr starke Reibung an den hemmenden Theilen, weshalb sie viel Oel nöthig hat.

2. Die Komma- oder Virgülhemmung. Das Oel am Hemmstück streicht sich ebenfalls leicht weg und muß deshalb oft erneuert werden.

3. Die jetzt so beliebte Anker- und

4. die Doppelrad- oder Duplexhemmung, welche beiden letzteren sich der freien Hemmung am meisten nähern.

93. Welche Beschaffenheit hat der Cylinder?

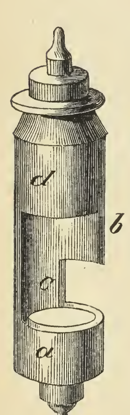


Fig. 29.

Derselbe ist eine möglichst dünne, hohle Walze aus Stahl oder Stein (Fig. 29), welche an beiden Enden durch die Zapfen a, d geschlossen wird. In ihrer Mitte b ist sie zur Hälfte ausgeschnitten und im unteren Theile c dieses Ausschnittes ist noch ein Stück weggenommen, so daß hier nicht ganz mehr 1/4 des ganzen Umfanges stehen bleibt. Die halbe Walze ist der wirkende Theil. Man kann sich die Form eines Cylinders sehr leicht versinnlichen, wenn man ein ungefähr zolllanges Stück einer Federspule an beiden Abschnitten durch ein rundes Stück Holz verschließt und die Spule so ausschneidet, wie obige Figur zeigt.

94. Wie ist das Hemmungs- oder Hakenrad beschaffen?

In Fig. 30 ist ein Stück desselben im Grundriß und in Fig. 31 perspectivisch vorgestellt. Das Wesentliche und Eigenthümliche dieses Rades sind die auf einem schwachen Arme stehenden Keile, wie d in obigen Figuren. Diese Keile ragen über den Arm hinaus und stehen mit ihrer Spitze weiter nach dem Mittelpunkte des Rades, als mit ihrem breiten Ende. Die äußere Fläche dieser Keile ist schwach gekrümmt und ist das ganze Rad von Messing oder Stahl aus dem Ganzen gearbeitet. Die Länge eines solchen Keiles beträgt die kleine Hälfte des Abstandes einer Spitze von der nächst folgenden.

95. Auf welche Weise wirkt diese Hemmung?

In Fig. 30 ist die Stellung des halben Cylinderringes bei a und b in zwei verschiedenen Lagen vorgestellt. Bei b ruht

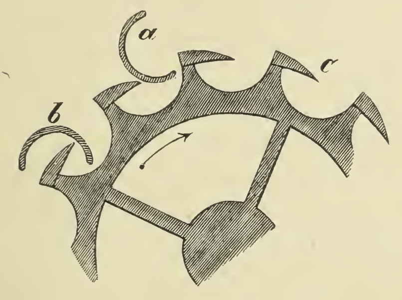


Fig. 30.

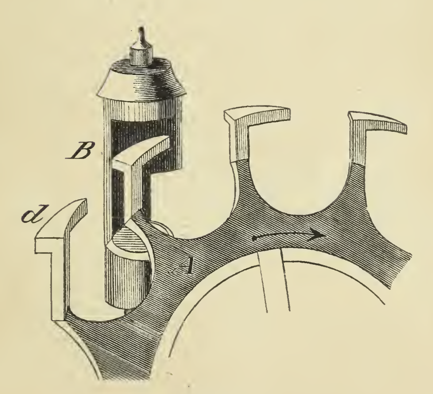


Fig. 31.

die Keilspitze in dem innern Raume des Cylinders, welcher letztere durch den vorgehenden Stoß, so wie durch die Wirkung

der Spiralfeder seine angefangene Schwingung vollendet. Sobald er zurückkehrt — in der Figur von rechts nach links —, wird der Keil bei der rechten Seite des Segments austreten und durch seine Schiefe dieser Kante einen Schwung geben. Fast gleichzeitig fällt aber die Spitze des nächsten Keiles auf die äußere Fläche des Cylinders, läßt diesen seine Bewegung von rechts nach links vollenden und giebt der zweiten Ausschnittkante, sobald diese beim Rückgehen des Cylinders die Keilspitze berührt, einen neuen Anstoß. Ist dieser vollendet, so fällt der Keil in die innere Höhlung des Hemmstückes und auf diese Weise geht die Wirkung jedes Zahnes abwechselnd fort.

96. Was für wesentliche Grundsätze hat die Erfahrung in Bezug auf die Construction der Cylinderhemmung gelehrt?

Es sind dies folgende:

1. Der innere Raum des Cylinders muß um ein ganz Geringes weiter sein als die Länge eines vollen Zahnes.

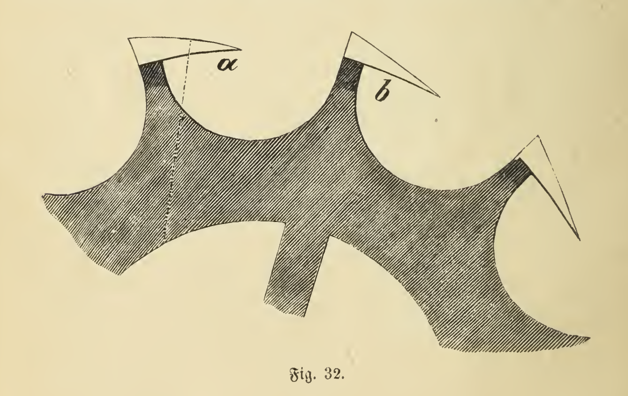


Fig. 32.

2. Es ist viel darüber gestritten worden, ob die Keilfläche des Zahnes gekrümmt, wie in a (Fig. 32), oder gerade, wie in b, sein muß. Bei der Kleinheit des Hemmrades ist diese

Form jedenfalls nicht so wesentlich, als die Accuratesse in deren Ausführung.

3. Gleich der Steigradshemmung soll der Cylinder eine Hebung von 20 Grad rechts und 20 Grad links erleiden.

4. Die Spiralfeder muß so gestellt sein, daß beim Stillstande der Uhr beide Lippen des Cylinders gleichen Abstand von der Spitze des Zahnkeiles haben, oder daß beide Lippen den Theilkreis des Hemmungsrades berühren.

5. Die Unruhe muß sehr weite Schwingungen machen können, ohne daß Cylinder und Rad zusammenstoßen. Die Umdrehung soll sogar 17/18 des ganzen Kreises betragen.

6. Der Ausschnitt der Hemmungsfläche soll, wie der Grundriß Fig. 33 zeigt, ungefähr 160 Grad betragen und dabei soll die Lippe a, wo der Zahn A eintritt, abgerundet, die Austrittslippe b aber schief abgeflacht sein.

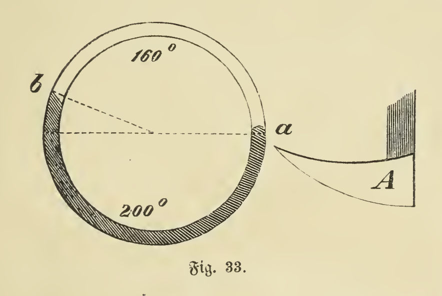


Fig. 33.

97. Wie ist die einfache Kommahemmung eingerichtet?

Diese Hemmung hat vor dem Cylinder den Vorzug, daß die Ruhe und mithin auch die Reibung kleiner ist. Weil sie jedoch nur einen einseitigen Schlag hat und man früher diesem Umstande einen nachtheiligen Einfluß auf den richtigen Gang einer Uhr zuschrieb, so ist sie weniger verbreitet, als sie es vielleicht verdiente, namentlich schon deshalb, weil ihre Verfertigung mindere Geschicklichkeit und weniger Hilfsmaschinen

bedingt als diejenige anderer ruhenden Hemmungen. In Fig. 34 ist diese Hemmung perspectivisch und in Fig. 35 das Komma im Grundrisse vorgestellt. Das Hemmungsrad A (Fig. 34) hat ziemlich die Form eines gewöhnlichen Hemmrades bei Ankerpendulen, nur mit dem Unterschied, daß die Spitze in einen senkrechten Stift endet. Das Hemmstück besteht aus einem massiven, schwachen, zur Hälfte ausgeschnittenen Cylinder c Fig. 34, welcher das Komma a Fig. 34 (A Fig. 35) trägt. Die Hemmung wirkt auf folgende Weise: Angenommen, ein Stift des Hemmrades habe dem Komma einen Anstoß längs

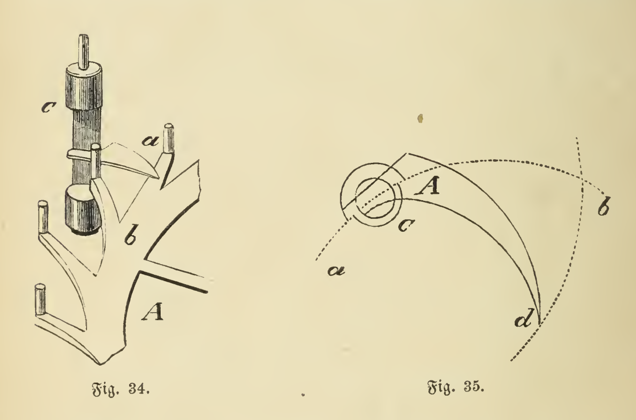


Fig. 34. Fig. 35.

der Fläche c d Fig. 35 gegeben, so wird derselbe bei d austreten und der nächstfolgende Stift auf den Cylinder bei d fallen. Die Unruhe kann hierbei ausschwingen, und wenn sie zurückkehrt, so tritt der bis jetzt auf der Ruhe gewesene Stift an die Stoßfläche des Kommas, giebt demselben einen neuen Anstoß und auf diese Weise arbeitet die Hemmung fort.

98. Welches sind die Hauptgrundsätze bei der Construction der Ankerhemmung?

Diese halbfreie Hemmung ist zum Theil in Fig. 36 im Grundriß und Fig. 37 in der Seitenansicht vorgestellt. In

beiden Figuren bezeichnen gleiche Figuren gleiche Theile. Das Hemmungsrad A und der Anker B sind ähnlich den entsprechenden Theilen in Pendeluhren und wirken auch auf dieselbe

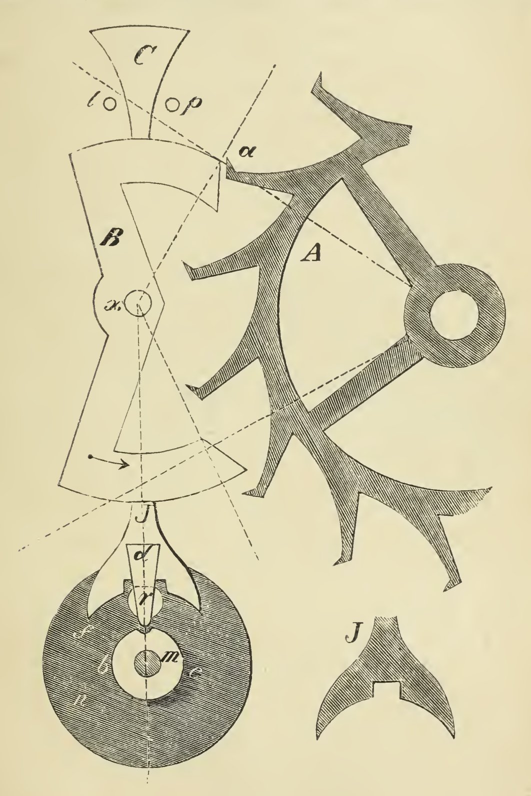


Fig. 36.

Weise. Der Anker B hat an einem Ende einen Ansatz C, welcher zum Gleichgewicht, zugleich aber, wegen Anschlags an die Stifte p, l, zu Vermeidung des Ueberschlagens dient. Am andern

Ankerarm ist ebenfalls ein Ansatz J angebracht, welcher aus einem schwalbenschwanzförmigen Stück f (J in Fig. 36) und einem darüber liegenden Zahne d besteht. b c ist die Achse der Unruhe, welche bei m eine Grube zur Durchlassung des Zahnes d hat und an der eine Scheibe n sitzt, welche den Stift r trägt. In Fig. 36 treibe der Zahn a den Ankertheil J in der Richtung des beigezeichneten Pfeiles. Der Einschnitt des Schwalbenschwanzes f wird dem Stifte r einen Stoß nach rechts geben, die Unruhe wird nach dieser Richtung schwingen und der Zahn d so lange auf der Ruhe c d liegen, bis die Unruhe wieder zurück schwingt. Sobald nun der Zahn d wieder durch den Einschnitt m geht, wird der Stift r wieder in die Oeffnung des Schwalbenschwanzes treten und von diesem einen Stoß nach links erhalten. Auf gleiche Weise arbeitet die Hemmung fort. Falls die Unruhe zu weit ausschwingen sollte, stößt der Stift r an eine äußere Fläche des Schwalbenschwanzes und verhindert dadurch das Ueberschlagen. (Vgl. Seitenansicht Fig. 37.)

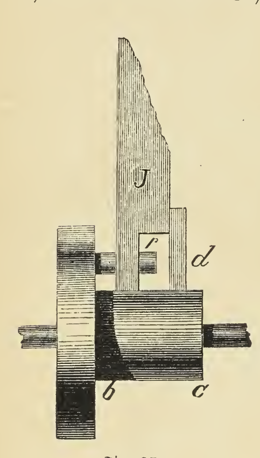


Fig. 37.

99. Wie ist die ruhende Doppelradhemmung beschaffen?

Das Wesentlichste ist in Fig. 38 deutlich vorgestellt. A ist das Stoß- oder Impulsions- und B das Ruherad. Die Durchmesser beider Räder verhalten sich, der Erfahrung nach, am besten wie 5 zu 7. Der Zahn C sitzt auf der Unruhachse und liegt mit dem Stoßrade in einer Ebene. Die Unruhachse hat einen kleinen Einschnitt b, welcher den Zähnen des Ruherades den Durchgang gestattet. Angenommen, die Achse bewege sich in der Richtung des beigesetzten Pfeiles, so wird der

Radzahn a auf ihr ruhen, bis die Kerbe b an die Zahnspitze kommt, welche nun durchgehen kann. Gleichzeitig bewegt aber auch die Spiralfeder die Unruhe entgegengesetzt, das Rad wird frei und der nächste Zahn des Impulsionsrades ereilt den

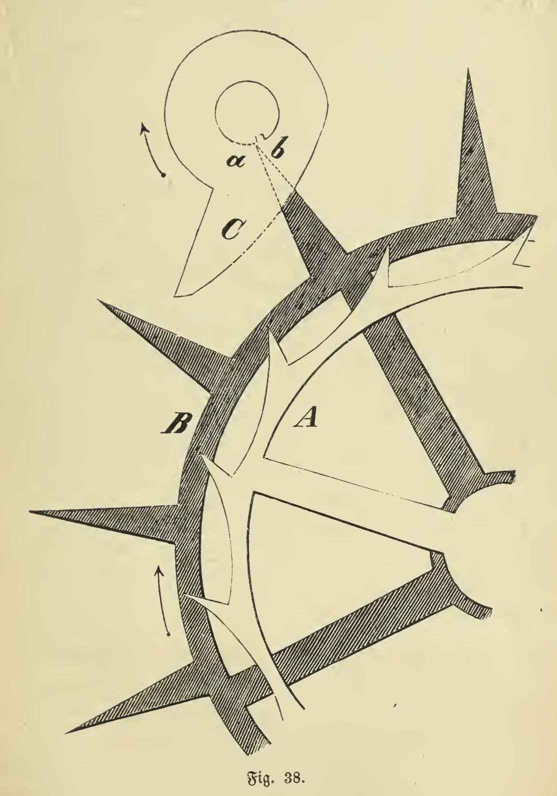


Fig. 38.

Hebel C und giebt ihm einen Anstoß. Begreiflich ist bei dieser Hemmung die eine Schwingung todt, d. h. die Unruhe erhält erst bei jeder zweiten Schwingung einen Anstoß vom Impulsionsrade.

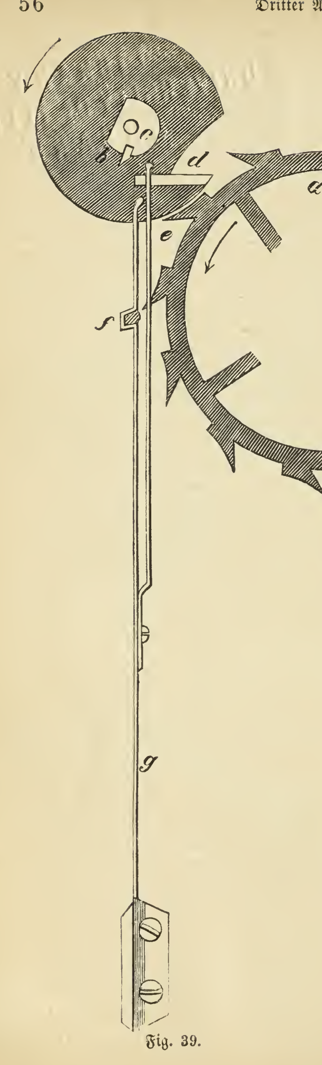


Fig. 39.

100. Was ist von dieser Hemmung zu halten?

Ihre Hauptvorzüge bestehen in Folgendem:

1. ist die Reibung sehr gering, weil die Achse des Hemmstückes von ganz kleinem Durchmesser gemacht werden kann;

2. wird sie noch durch den Umstand verringert, daß die Zahnspitzen des Ruherades weiter vom Radmittelpunkte entfernt sind als die Spitzen des Stoßrades;

3. hält sich das Oel sehr gut in dem Einschnitte b, wodurch die Spitzen des Ruherades immer die nöthige Fettigkeit behalten;

4. bedarf der Hebel C und das Impulsionsrad gar keines Oeles.

Am bequemsten wird gehalten, dem Cylinder $1/4$ bis $1/5$ der Entfernung zweier Zahnspitzen des Ruherades zum Durchmesser zu geben. Daß Stoßrad soll den Arm C um 30 bis 35 Grad heben, weshalb man diesem Arme $3/4$ bis $3/5$ des Halbmessers vom Stoßrade zur Länge giebt.

101. Wie ist im Allgemeinen die Einrichtung einer freien Hemmung?

Das Princip der freien Hemmungen ist nächst wenigster Reibung der Umstand, daß der Regulator — Pendel oder Unruhe — seine Schwingungen unbehindert und ohne Berührung mit dem Hemmungsrade vollführen kann. Fig. 39 giebt ein Schema hierzu. Die Achse c der Unruhe oder des Pendels trägt einen Zapfen b, welcher auf die dünne Feder e wirken kann. Diese Feder ist mit einer andern Feder g verbunden, welche bei f einen Ansatz hat, gegen den sich ein Zahn des Hemmrades stemmt. An der Achse c befindet sich eine Scheibe mit der Stoßfläche d. Angenommen, die Achse c befinde sich in Schwingung nach Richtung des beistehenden Pfeiles, so wird der Anschlag b die Feder e zurückbiegen, das Rad a jedoch bleibt unverrückt stehen. Kehrt aber der Stift b in der folgenden Schwingung zurück, so drückt er die Feder e an die Feder g, diese wird zurückgebogen, der Zahn bei f wird frei und ein folgender Zahn des Hemmrades wird auf die Fläche d treffen und ihr einen Anstoß geben. Diese Hemmung ist für Pendel- und Unruhuhren gleich anwendbar.

102. Giebt es außer den hier beschriebenen keine weiteren Hemmungen?

O ja, noch mancherlei. Alle sind aber nur mehr oder minder wesentliche Variationen der hier beschriebenen und jeder denkende Uhrmacher sucht immer neue Verbesserungen anzubringen. Jede Hemmung hat ihre Vorzüge und ihre Mängel, obgleich in verschiedenem Grade, und kommt es dabei hauptsächlich auf gute Ausführung an. Man hat sich viel Mühe gegeben, die Form der Hemmungstheile mathematisch zu bestimmen, allein weil sie gewöhnlich nur sehr klein ausgeführt werden müssen, so beruht die Brauchbarkeit einer Hemmung zum größten Theil auf der Umsicht, der Sorgfalt, Geschicklichkeit und Accuratesse des Arbeiters, so wie in der Güte des verwendeten Materials.

103. Was wird unter dem Regulator einer Uhr verstanden?

Unter dem Regulator versteht man diejenige Vorrichtung, vermöge welcher die Aushebungen der Hemmung geregelt und

auf gleichgroße Intervalle gebracht werden; durch den Regulator wird also der gleichmäßige Gang einer Uhr bewirkt. Der Regulatoren giebt es zweierlei: 1) das Pendel für feststehende und 2) die Unruhe für tragbare Uhren. Letztere ist an und für sich nicht zu einem Regulator hinlänglich; sie bedarf noch einer Unterstützung, der Spiralfeder. In ganz alten Uhren war auf der Spindel ein Querarm angebracht, bei dem zwei feine Fäden das Ueberschwingen verhüteten (die Pirouette). Es kam dabei aber häufig vor, daß die Uhr minutenlang still stand, bis die Kraft des Steigrades das Hemmniß überwunden hatte.

104. Was wird unter einem Pendel verstanden?

Wird ein Körper, z. B. eine Bleikugel, an einem Faden oder einem beweglichen Stabe aufgehängt, so kann er nicht fallen, obschon er den Faden anspannt. Stößt man ihn seitwärts, so strebt er vermöge seiner Schwere den tiefsten Punkt wieder zu erreichen; er geht zurück, steigt aber durch den erhaltenen Schwung auf der andern Seite wieder und setzt diese Schwingungen eine Zeit lang fort, und diese würden ewig dauern, wenn die Reibung und der Widerstand der Luft nicht wären. Diese Vorrichtung wird Pendel genannt und namentlich zum Messen der Zeit benutzt. Theoretisch muß das Gewicht des Pendels ohne Raum und die Stange ohne Gewicht sein — mathematisches Pendel —, weil dies aber in der Praxis nicht möglich ist, so weicht die Berechnung des physischen Pendels etwas von vorigem ab.

105. Sind die Schwingungen desselben Pendels von gleicher Zeitdauer, gleichviel ob sie einen großen oder kleinen Bogen betragen?

Galilei fand, daß alle Schwingungen desselben Pendels so ziemlich von gleicher Zeitdauer — isochron — sind, weshalb Huygens zuerst auf den Gedanken kam, das Pendel an Uhren anzubringen. Genauere Untersuchungen lehrten aber, daß diese Schwingungen nur dann isochron werden, wenn sie in einer Cykloide erfolgen, weshalb man auch früher seitwärts des Aufhängepunktes eines Pendels cykloidisch gekrümmte Bleche

anbrachte, um das Pendel selbst in dieser Curve schwingen zu lassen. Weil jedoch die Schwingungen im Kreise auch isochron sind, sobald sie nicht groß ausfallen, so läßt man jetzt die Pendel in Kreisbogen schwingen, aber nur einen kleinen Winkel beschreiben. Schwingt z. B. das Secundenpendel einer Uhr in einer Cykloide, so beträgt die Zahl seiner Schwingungen in 24 Stunden 86400. Bewegt es sich aber in einem Kreisbogen, so braucht es mehr Zeit zu denselben Schwingungen, und zwar

24,000456	Stunden	bei	1°	halber	Schwingung,
24,011424	"	"	5°	"	"
24,045768	"	"	10°	"	"

106. Welche Länge hat das Secundenpendel?

In unsern Gegenden ist das mathematische Secundenpendel 440 1/2 alte Pariser Linien = 457 preußische Linien = 42,17 Dresdner Zoll lang. Diese Länge bleibt aber nicht an allen Orten der Erde gleich, sondern sie wächst mit der geographischen Breite dieser Orte und beträgt z. B.

unter dem Aequator . .	= 991	Millimeter
in Wien	= 993	"
" Paris	= 994	"
" Tornea (Lappland) . .	= 995	"
auf Spitzbergen	= 996	"

Die Länge des physischen oder körperlichen Pendels ist wegen des Gewichts der Pendelstange etwas größer.

107. Wie verhalten sich die Pendellängen in Bezug auf ihre Schwingungszeit?

Sie verhalten sich wie die Quadrate der Schwingungszeiten. Wenn also ein Secundenpendel 994 Millimeter lang ist, so muß sein ein Pendel bei

1/2 Sec. Schwingungszeit	$= \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times 994$	oder	248,5 mm.
1/3 " "	$= \frac{1}{3} \times \frac{1}{3} \times 994$	"	110,4 "
2 " "	$= 2 \times 2 \times 994$	"	3976,0 "
2 1/4 " "	$= \frac{9}{4} \times \frac{9}{4} \times 994$	"	5032,1 "

und so in jedem andern Falle. Um der jedesmaligen Berechnung der Pendellänge für eine gewisse Schwingungsanzahl überhoben

zu sein, sind ausführliche Tabellen aufgestellt worden, von denen folgende kleine Tafel der Pendellängen für die Bedürfnisse des Uhrmachers völlig genügt.

Tabelle für die Länge des mathematischen Pendels.

(Die Spalte A bezeichnet die Anzahl der Pendelschwingungen in 1 Stunde und die Spalte B die Pendellänge in Millimetern.)

A	B	A	B	A	B	A	B
8000	201	5600	410	3900	848	2700	1766
7800	212	5400	442	3800	893	2600	1906
7600	223	5200	476	3700	940	2500	2061
7400	234	5000	505	3600	994	2400	2238
7200	249	4800	537	3500	1050	2300	2436
7000	262	4600	579	3400	1113	2200	2661
6800	282	4500	616	3300	1184	2100	2923
6600	295	4400	665	3200	1258	2000	3214
6400	307	4300	698	3100	1342	1900	3573
6200	336	4200	730	3000	1431	1800	3976
6000	359	4100	766	2900	1541	1700	4324
5800	383	4000	806	2800	1644	1600	4980

108. Auf welche Weise ist diese Tafel zu gebrauchen?

Es sei durch Berechnung des Werkes gefunden, daß das Pendel in 1 Minute 48, oder in 1 Stunde 2880 Schwingungen machen muß. Für 2900 Schwingungen ist eine Länge von 1541 Millimeter erforderlich, und weil das körperliche Pendel stets länger ist als das mathematische, so kann diese Länge mindestens um 40 Millimeter länger genommen werden, da die weitere Justirung beim Gange der Uhr erfolgt. Sollte jedoch ausnahmsweise die genaue Länge für eine nicht in voriger Tabelle enthaltene Schwingungszahl gewünscht werden, so ist am bequemsten nach Frage 107 auf folgende Weise zu rechnen:

„Suche die Schwingungsdauer des Pendels nach Secunden, „multiplicire die gefundene Zahl mit sich selbst und das „Product durch 994".

109. Wie groß wird nach dieser Regel die Länge eines Pendels, welches 2880mal in 1 Stunde schwingt, sein?

2880 Schwingungen in 1 Stunde geben 48 in 1 Minute, oder jeder Pendelschwung dauert $^5/_4$ Secunde. Nun ist die gesuchte Pendellänge $= {^5/_4} \times {^5/_4} \times 994$ oder $^{25}/_{16} \times 994$ oder $\frac{24850}{16}$ d. i. 1553 Millimeter.

110. Was ist über die Construction des Pendels für Uhren zu bemerken?

Die Pendelstange muß möglichst leicht sein, weil der Schwingungsmittelpunkt um so höher rückt, je mehr Gewicht die Stange hat und also auch letztere eine größere Länge verlangt. Wegen des Widerstandes der Luft arbeitet man sie gern flach und auf beiden Seiten schneidig zu. Aus demselben Grunde giebt man dem Pendelgewicht eine flache, linsenförmige Gestalt, obgleich bei Thurmuhren die Kugelform dieses Gewichts, wegen des dort unvermeidlichen seitlichen Schwunges, vorzuziehen sein dürfte. Die zum Höher- und Niedrigerstellen der Linse dienende Schraube muß feine, recht gleichmäßige Umgänge haben. Die Verbindung des Pendels mit der Hemmung durch die Gabel ist vorzüglich recht sorgfältig auszuführen; namentlich ist darauf zu sehen, daß sie fest und ohne Schlottern geschieht, so wie daß der Drehpunkt des Pendels genau in die Verlängerung der Achse des Ankers fällt, wenn die Gabel unmittelbar auf die Pendelstange wirkt. Hängt das Pendel seitwärts der Gabel, so kann die Verbindung durch eine Stange geschehen, doch müssen Drehpunkt von Pendel und Anker gleich hoch liegen, wenn unnöthige Reibung und Kraftverlust durch schiefen Stoß vermieden werden soll.

111. Welche Aufhängung des Pendels verdient den Vorzug?

Die gewöhnlichen Aufhängungsweisen durch einen Faden oder eine Drathöse sind nur bei ganz gewöhnlichen Uhren zulässig. Bessere Uhren verlangen dauerhaftere und zweckmäßigere

Vorrichtungen. Namentlich ist nächst der Sicherheit und Festigkeit noch darauf zu sehen, daß die Reibung möglichst vermindert wird. Gewöhnlich hängt man das Pendel mittelst der Schneide oder der Feder auf. Erstere Methode hat sehr lange für die vorzüglichste gegolten, doch haben neuere, ganz sorgfältige Prüfungen nachgewiesen, daß die ältere Methode mittelst der Feder den Vorzug verdient, sobald die Ausführung gut erfolgt. Dabei ist vorausgesetzt, daß das Pendel nur in kleinen Bogen schwingt, was bei guten Uhren der Verzögerung halber (Frage 105) überdies unerläßlich.

112. Was ist hauptsächlich bei Construction einer Unruhe zu beobachten?

Die Unruhe muß völlig rund sein und genau concentrisch auf ihrer Achse sitzen. Sie darf nur drei, ganz dünne Schenkel haben und ihr Gewicht im Ringe vereinigen, und zwar so, daß sie an allen Punkten ihres Ringes gleiche Masse hat. Als Metall zu ihr ist ein schweres zu wählen. Die in alten Uhren vorkommenden von Stahl taugen, trotz ihrer feinen Politur, gar nichts; für gewöhnliche Uhren nimmt man Messing und für feine Werke Gold oder Platina. Ueber Durchmesser und Gewicht der Unruhen giebt es keine allgemein anerkannte Regeln, außer der in Frage 83 gegebenen. Zu leichte Unruhen geben den Ungleichheiten des Ganges zu sehr nach und sind deshalb ganz schlechte Regulatoren, weshalb die Uhrmacher, welche die Unruhe oft spinnfadenartig abfeilen, damit das Werk sie leicht in Schwingung bringt, sehr unklug handeln.

113. Wodurch kann einer Spiralfeder isochrone Wirkung gegeben werden?

Die Schwingungen einer Spiralfeder sind schwerer isochron zu machen als die eines Pendels, weil man letzterem nur ganz kleine Schwingungen zu geben braucht, während gerade umgekehrt die Unruhe recht große Schwingungen machen muß, wenn sie gut reguliren soll. Berthoud stellt den Satz auf, daß eine isochrone Spiralfeder recht lang oder nach den äußeren Windungen schwächer sein soll. Pierre le Roy geht ent-

gegengesetzt von dem Satze aus, daß es in jeder Spiralfeder einen Punkt gebe, von der Eigenschaft, daß wenn die Feder an diesem Punkte festgehalten werde, sie auch isochron schwinge. Dieser Punkt läßt sich aber nur durch Versuche bestimmen. Berthoud's zweites Verfahren ist bei Uhren, welche keine langen Spiralfedern erlauben, von Vortheil, während das von le Roy allgemeinere Anwendung findet. Auch durch die Wahl verschiedener Stoffe suchte man die Spiralen isochron zu machen, namentlich stellte man solche aus Gold, Platin, und Arnold sogar aus Glas her. (Feine Glasfäden sind bekanntlich sehr elastisch.) Bei Chronometern wendet man Spiralfedern an, welche cylindrisch, d. h. in Form eines Schraubenganges gewunden sind.

114. Auf welche Weise ist die Spiralfeder mit der Unruhachse verbunden?

In Fig. 40ª ist ein gespaltener Ring, der Spiralfederkloben, vorgestellt, welcher an seinem Umfange von einem schiefgehenden

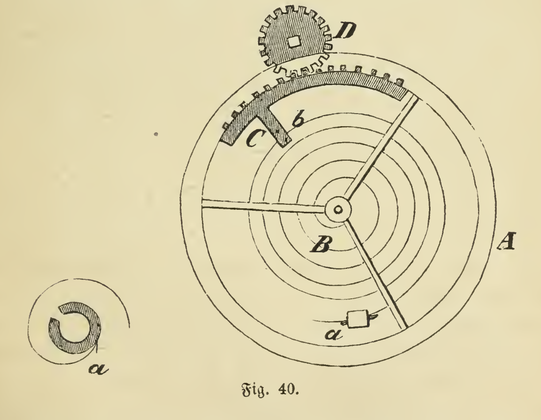


Fig. 40.

Loche durchbohrt ist, in welches man das innere Ende der Spirale steckt und durch einen Stift a befestigt. Dieser Ring wird unter- oder oberhalb der Unruhe A Fig. 40 an deren

Achse gesteckt, so daß er fest an dieser klemmt. Das andere Ende der Spirale B geht durch den Spiralfederstock a und wird hier ebenfalls durch einen Stift festgehalten. Durch Verkürzen der Feder werden die Schwingungen schneller, durch Verlängern langsamer. Wenn eine große Zeitdifferenz zu berichtigen ist, so muß die Verrückung der Feder im Stock a geschehen, was Sache des Uhrmachers ist. Kleinere Differenzen werden durch die Stellung beseitigt. Ein gezahntes Ringstück C, der Stellrechen, hat einen Arm b, auf dem zwei nahe stehende Stifte sich befinden, zwischen denen die Spiralfeder liegt und von denen aus sie eigentlich erst ihre Schwingungen beginnt. In den Ring greift ein kleines Rad D ein, dessen Achse einen Zeiger D trägt. Rechen und Rad sind von einer Platte verdeckt. Wird nun der Zeiger bei D nach rechts gedreht, so rückt der Rechen mit dem Arme b nach links, die Spirale wird kürzer und die Uhr geht schneller. Im umgekehrten Falle tritt das Entgegengesetzte ein.

115. Was für Grundsätze gelten sonst noch bezüglich der Spiralfeder?

Eine Spiralfeder soll gleiche, oder, nach Berthoud's Weise, gleichmäßig abfallende Stärke und ganz gleiche Breite und gleiche Härte haben. Ihre Windungen sollen ganz regelmäßig sein und genau in einer Ebene liegen. Was die passendste Stärke einer Spirale in Bezug auf die Unruhe betrifft, gilt folgende Regel: Wenn die an der Unruhe sitzende Feder beim Spiralstock erfaßt und mit der Unruhe emporgehoben wird, so soll sie sich zu einem Kegel ausdehnen, welcher so hoch wie breit ist, wenn die Uhr 17000 bis 18000mal in der Stunde schwingt. Bei weniger Schwingungen ist eine schwerere Unruhe nöthig und deshalb wird auch die Seitendehnung der Spirale größer sein müssen. Es ist hier noch zu erwähnen, daß die Spannkraft der Spiralfeder bei kalter Witterung größer wird, während sie bei hoher Temperatur erschlafft. Hierdurch entsteht im ersteren Falle eine Beschleunigung, und im andern eine Verzögerung des Ganges. Weiteres hierüber folgt im vierten Abschnitte.

Vierter Abschnitt.

Schlag- und Repetirwerk.

---

116. Welche Einrichtung hat das Räder- oder Laufwerk einer Schlaguhr?

Am besten läßt sich dies an einer gewöhnlichen Wanduhr untersuchen. Das Walzenrad B (Fig. 41) trägt an seinem Kranze 6, 8, 10 oder mehr Hebestifte, welche auf den Arm K des Hammerzuges wirken. Dieses Rad greift in das Herzrad C, welches seinen Namen von einer auf seiner Achse sitzenden, mit einem Einschnitte g versehenen herzförmigen Scheibe führt. Auf dasselbe folgt das Anlauf- oder Windfangrad D, das an seinem Kranze den Anlaufstift e trägt und in das Windfangsgetriebe E eingreift. Der Windfang selbst besteht aus zwei rechteckförmigen Flügeln, welche den Zweck haben, bei dem Ablaufen des Werkes des Widerstandes der Luft halber die Geschwindigkeit zu mindern und zu regeln. An der Welle des Hammerzuges K ist der Hammer L angebracht, und es wirkt die Schlagfeder b auf den Hammerzug in der Weise, daß der Hammer, wenn ihn ein Stift des Hebenägelrades B gehoben hat, von ihr wieder zurück und gegen die Glocke oder Klangfeder geschnellt wird, ihn aber gleichzeitig wieder etwas zurück drückt, damit beim Klange kein Schnarren entsteht.

117. Wie ist die Berechnung eines Laufwerkes eingerichtet?

Dieselbe richtet sich ganz nach der Größe des Werkes und der Anzahl Schläge, welche es in gewisser Zeit thun soll. Bei Achttageuhren, so wie bei solchen, die noch repetiren, folgt das Hebenägelrad in der Regel erst auf das Walzenrad, und Monatsuhren müssen noch ein Zusatzrad haben. Nur ist zu beachten, daß das Herzrad bei jedem Schlage einen Umlauf machen muß, wenn es nur einen Einschnitt hat. Hätte also das Rad B 80 Zähne und 10 Hebestifte, so müßte das Herzrad bei einem Umlaufe des Walzenrades 10 mal umlaufen und deshalb ein Achter-

getriebe haben. Giebt man dem Rade B aus Ursachen viel Hebestifte, so würde es auch viel und deshalb schwache Zähne

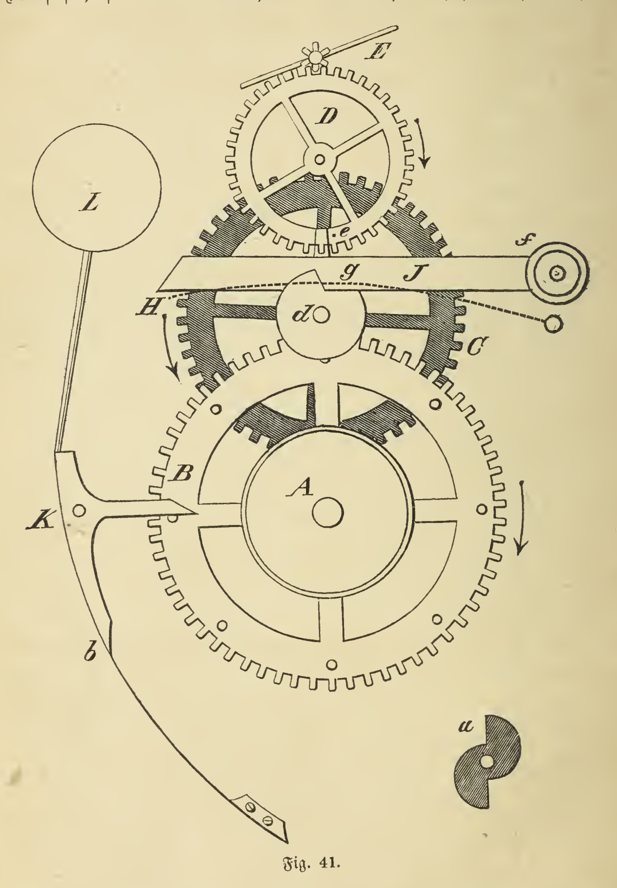


Fig. 41.

haben müssen, obgleich man nur ein wenigstäbiges Getriebe wählen könnte. Um diesem großen Uebelstande auszuweichen,

läßt man das Herzrad erst bei zwei Schlägen umlaufen und giebt der Herzscheibe zwei Einschnitte, wie in Fig. 41, a.

118. Auf welche Weise erfolgt die Auslösung und die Hemmung des Laufwerkes?

Im Zeigerwerke der Uhr wirkt ein oder wirken mehrere Stifte nach gewissen Zeiten, z. B. alle Viertel- oder ganze Stunden, auf einen Hebearm, dessen Achse mit dem des in Fig. 41 punktirten Anlaufarms H gleich ist. Sobald die Zeit naht, wo das Werk schlagen soll, erhebt sich der Arm H, wirkt auf den Einfall J und bringt diesen ebenfalls in die Höhe, so daß der Anlaufstift e frei wird und das Werk in Bewegung kommt. Weil jedoch der Augenblick des Schlagens noch nicht gekommen, so stemmt sich der Stift e nach einigen Umläufen an den Arm H, wobei aber vorher sich die Herzscheibe d so weit gedreht hat, daß der Einfallarm J nicht wieder in den Einschnitt g fallen kann. Sobald nun im Zeigerwerke der Aushebestift vom Aushebearm abtritt, fällt auch letzterer und mit ihm der Arm H, wodurch der Anlaufstift den Umlauf der Räder nicht mehr hindert. Ein Hebestift erfaßt den Hammerzug und hebt ihn aus. Ist aber ein Schlag erfolgt, so fällt der Arm J wieder in den Einschnitt g und das Anlaufen des Stiftes e hemmt das Werk. Schlägt eine Uhr auf gesonderten Werken Viertel- und ganze Stunden, so wird das Stundenwerk vom Viertelwerk auf gleiche Weise ausgelöst.

119. Wodurch wird bewirkt, daß die Schläge einer Uhr in bestimmter Reihenfolge geschehen?

Ein Stundenschlagwerk muß in 12 Stunden 78 Schläge machen. Um zu bewirken, daß diese in der Reihe 1, 2, 3 u. s. f. erfolgen, ist folgende einfache Vorrichtung erdacht worden. An der Achse des Hebenägelrades ist ein Getriebe mit so viel Stäben als das Rad Hebestifte hat. Dieses Getriebe greift in ein Rad mit 78 Zähnen — das Zählrad —, wodurch bewirkt wird, daß dieses Rad bei jedem Schlage um einen Zahn fortrückt. An diesem Rade ist ein Ring — der Zähl- oder Schloßring — (Fig. 42) befestigt, welcher auf seinem Umkreise Einschnitte von

der in der Figur bezeichneten Eintheilung hat. Angenommen, auf dem ersten Zahn des Rades stehe ein Einschnitt, so wird auf dem zweiten wieder einer stehen, welche zusammen eine einzige Vertiefung ausmachen. Nun wird ein Zahn übergangen, dann folgt ein Einschnitt; es werden zwei Zähne übergangen und auf dem dritten ist eine Vertiefung, und so stehen die Einschnitte jedesmal einen Zahn weiter auseinander. Der Einfall J (Fig. 41) hat nun einen Vorsprung, welcher auf der Schloßscheibe ruht, und zwar in einer Vertiefung, wenn der Arm J im Einschnitte g der Herzscheibe liegt, und auf dem Umfange des Schloßringes, wenn das Schlagwerk thätig ist. Es ist nun leicht zu begreifen, daß der Arm J nicht in den Herzeinschnitt g einfallen kann, wenn sein Ansatz auf der Schloßscheibe ruht, so wie die Art, auf welche mittelst dieser Vorrichtung das Werk nach der Reihe 1, 2, 3 2c. Schläge macht. Wenn das Viertelschlagwerk vier Viertel ausschlagen soll, so giebt man ihm 10 Hebestifte und setzt die Schloßscheibe, welche nun die Gestalt von Fig. 43 hat, unmittelbar auf seine Achse.

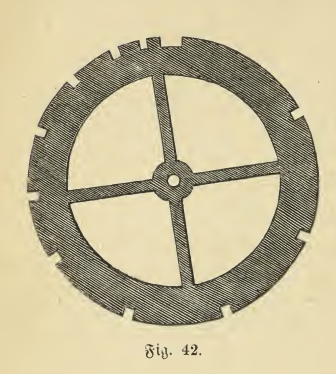


Fig. 42.

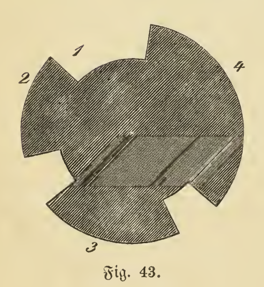


Fig. 43.

120. Was wird im Allgemeinen unter einem Repetirwerk verstanden?

Während das gewöhnliche Schlagwerk den Ablauf einer gewissen Zeitperiode erst nach deren Vollendung und nur einmal anzeigt, giebt dies das Repetirwerk wiederholt an, sobald es ver-

langt wird. Wollte man das Stundenschlagwerk, nachdem es eine gewisse Stunde geschlagen, wieder schlagen lassen, so würde es jedesmal die folgende Stunde angeben, nicht so aber das Repetirwerk. Repetiruhren haben nun zweierlei Einrichtung, indem sie entweder die Stunden von selbst schlagen und auf Verlangen wiederholen, oder indem sie nur repetiren. Die zweite Art ist namentlich bei Taschenuhren gebräuchlich, wiewohl früher auch solche Werke gefertigt wurden, welche selbst schlugen (Selbstschläger).

121. Wie ist ein selbstschlagendes Repetirwerk eingerichtet?

Am Minutenzeigerrade A (Fig. 44) befindet sich ein Stift, welcher auf einem zwölfzackigen Stern B alle Stunden um eine Spitze weiter stößt. Der Einfall K verhindert, daß der Stern ohne Anstoß weiter geht und bewirkt zugleich, daß das Fortrücken desselben erst zu Ende der Stunde und springend geschieht, wie dies beim Datumzeigerwerk ist. Auf dem Sterne ist die Stundenstaffel C befestigt, deren Construction in Fig. 45 deutlich gezeigt ist. Der Stundenrechen D bewegt sich um den Punkt m und wird durch eine Feder nach der Staffel gedrückt, auf welche der untere Arm r (Fig. 44) wirken kann. Bei a ist ein Stift angebracht. Der Einfall E liegt mit seiner Spitze in den Zähnen des Rechens und läßt wohl eine Bewegung desselben von links nach rechts, nicht aber umgekehrt zu. Auf der Achse des Rades, welches beim Schlagwerke die Herzscheibe trägt und das hier Schöpfrad heißt, sitzt der Schöpfer F. Das Wechselrad H trägt ebenfalls einen Stift, welcher alle Stunden die Auslösung G gegen die Einfallspitze drückt, was auch sonst jeden Augenblick durch den Hebel J, an welchem die Zugschnur s befindlich, geschehen kann.

122. Auf welche Weise wirken Staffel und Rechen?

Die Staffel ersetzt den Schloßring des Schlagewerks. Steht z. B. der höchste Theil derselben gegen den Rechenarm r (Fig. 44) gekehrt, so rückt der Rechen nach erfolgter Auslösung um einen Zahn fort; kommt der nächst niedrige Theil gegen den Arm, so fällt der Rechen um zwei Zähne zurück, und so fort, bis zum

tiefsten Theile, wo der Rechen um zwölf Zähne fortrückt. Fängt, nachdem der Rechen auf die Staffel gefallen ist, das Werk zu laufen an, so rückt ihn der Schöpfer bei jedem Schlage um einen Zahn weiter, bis endlich nach dem letzten Schlage sich der lange Schöpferarm an den Stift a lehnt und dadurch das Werk hemmt. Bei der Auslösung hebt der Arm G den Einfall E aus dem

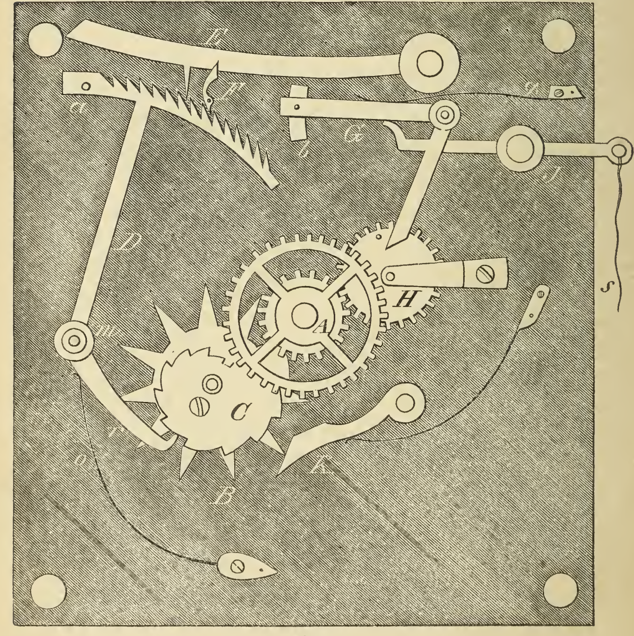


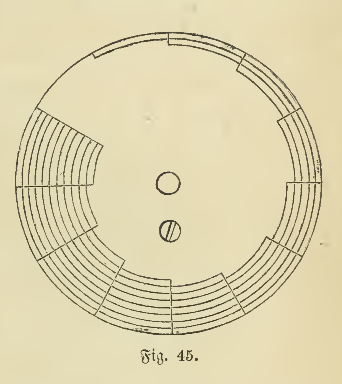
Fig. 44.

Rechen, wodurch dieser Freiheit bekommt und durch die Feder o gegen die Staffel gedrückt wird. Das Werk beginnt einen Anlauf, wird aber durch einen Ansatz b am Arme G, welcher durch die Uhrplatte geht und an den sich der Stift des Anlaufrades lehnt, am Schlagen gehindert. Dieses erfolgt erst, nachdem der Hebel

G von dem Hebestifte am Wechselrade H abfällt, weil dann dieser Arm durch die Feder q wieder zurück gedrückt wird. Die Construction der Staffel selbst zeigt Fig. 45. Bei guten Uhren hat die höchste Staffelspitze (die Nase) noch einen beweglichen Vorfall, welcher verhütet, daß die Uhr kurz vor oder nach 12 Uhr falsch repetire.

123. Welche Einrichtung hat das Hahnsche Zugrepetirwerk?

Obgleich diese Repetition nur sehr selten vorkommt, verdient sie ihrer Einfachheit halber doch Erwähnung. Sie befindet sich ganz unter dem Zifferblatte — in der Cadratüre — und hat weder Feder noch Glocke, läßt sich auch leicht in jeder Uhr anbringen. Auf dem Stundenrade (Fig. 46) sitzt die Stundenstaffel a und dreht sich mit jenem. Bei i ragt ein kleiner Knopf aus dem Gehäuse, welchen man fassen und herausziehen kann. Das mit ihm verbundene Stück d hängt mit dem Rechen b zusammen, welcher die Einfallspitze k trägt, die sich gegen eine Stufe der Staffel lehnt. Bei b hat der Rechen 12 Zähne, bei l ist eine Bodenplatte aufgeschraubt, um die Seitenbewegung des Rechens zu verhüten, und in g ist eine Feder angegeben, deren Ansatz f in die Zähne des Rechens greift. Die Wirkung dieser Vorrichtung ist nun leicht einzusehen. Wenn man nämlich den Knopf i erfaßt und langsam herauszieht, so gehen die Zähne des Rechens am Ansatze f vorbei, welcher bei jedem Zahne ein deutlich hör- und fühlbares Schnappen verursacht. Dies geht so lange, bis die Einfallspitze k auf die Staffel stößt. Wird nun der Knopf wieder langsam hinein geschoben, so wiederholt sich dieses Schnappen. Selbstverständlich kann man leicht auch einen Hammer und eine Klangfeder anbringen.


Fig. 45.

124. Aus welchen Theilen besteht das alte englische Repetirwerk?

In Fig. 47. ist die Cadratüre eines solchen Werkes in der Ruhe vorgestellt. Zwischen den Pfeilerplatten befindet sich ein kleines Laufwerk mit einem Federhause. Die Feder wird bei jedesmaligem Stechen gespannt. Auf der Achse des Federrades sitzt ein in der Figur nicht sichtbares Achtergetriebe, in welches

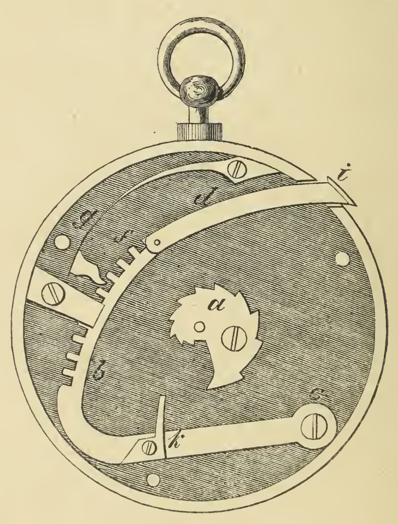


Fig. 46.

die neun Zähne des Stundenrechens b eingreifen. Die Einfallspitze des Rechens lehnt sich gegen die Stundenstaffel e. Bei m wirkt der Schieber der Pendante auf den Stundenrechen. a ist die auf der Federradachse sitzende Schlagscheibe. Sie hat 12 Zähne und ist zur Hälfte ungezahnt. Die Zähne der Schlagscheibe wirken auf den Hammerzug h, und auf diesen die Schlagfeder l und die Stellfeder k. Die Stundenstaffel wird durch den Einfall d festgehalten, und vom Minutenrohre aus alle Stunden

um einen Strahl weiter gestoßen. Auf dem Minutenrohre sitzt die Viertelstundenstaffel f, auf welche der Viertelstundenrechen g fallen kann.

125. Wie wirkt diese Vorrichtung?

Sobald die Uhr zum Repetiren gestochen wird, dreht der Rechen die Federradachse mit der Schlagscheibe von rechts nach links, wobei zuerst der ungezahnte Theil der letzteren beim Hammerzuge h vorbeigeht, dann aber auch so viel Zähne, als der

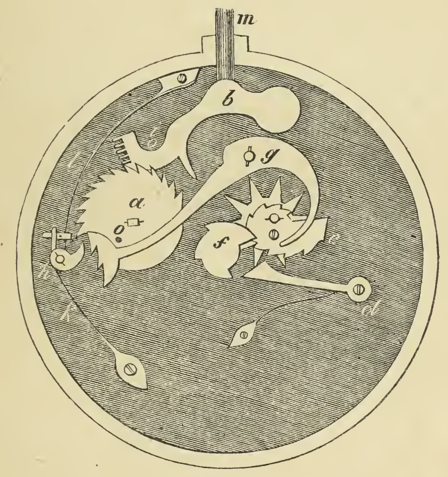


Fig. 47.

Stand der Staffel e erlaubt. Denn sobald die Einfallspitze auf e trifft, ist das Stechen zu Ende. Auf der Schlagscheibe befindet sich bei o ein Stift, welcher den Viertelrechen nach oben drängt. Sobald aber die Uhr gestochen wird, tritt dieser Stift ebenfalls zurück, der Viertelrechen wird frei und fällt auf die Staffel f, welche bestimmt, wieviel von seinen drei schiefen Schöpfzähnen beim Hammerzuge h vorbeigehen. Sobald nun der Druck auf den Rechen b aufhört, fängt die Feder des Lauf-

werks ihre Wirkung an. Die Schlagscheibe dreht sich wieder nach links, wobei jeder beim Hammerzuge vorbeigehende Schöpfzahn einen Schlag bewirkt. Ist der letzte Stundenschlag vorüber, so geht ein Theil der ungezahnten Hälfte am Hammerzuge vorbei und es entsteht eine kleine Pause, bis der Stift o den Viertelrechen erfaßt, mitfortführt und die Viertelstunden angiebt. Ein weiteres Zurückgehen des Stundenrechens wird durch den Anlaufstift i verhindert.

126. Auf welche Weise ist das Laufwerk einer französischen Repetiruhr eingerichtet?

Dasselbe ist in Fig. 48 schematisch vorgestellt. Auf der Federradachse sitzt die Schlagscheibe oder das Schlagrad R; diese befindet sich aber zwischen den Pfeilerplatten und nicht in der Cadratüre, wie bei vorigem Repetirwerke. Das Federrad a hat ein Gesperre, wie gewöhnlich, nur ist in der Regel die Sperrfeder und der Sperrkegel am Federhause angebracht, während das Sperrrad fest am Federrade sitzt. Das Federhaus ist durch zwei Schrauben an der Uhrplatte befestigt. Bei m ist der Hammerzug angedeutet, welcher mittelst des Armes n in Verbindung mit der Cadratüre steht, weil die Viertelstunden durch Doppelschläge bezeichnet werden und diese von der Cadratüre aus erfolgen. Das Laufwerk besteht gewöhnlich aus fünf Rädern und fünf Sechsergetrieben, und zwar sind diese auf folgende Weise angeordnet:

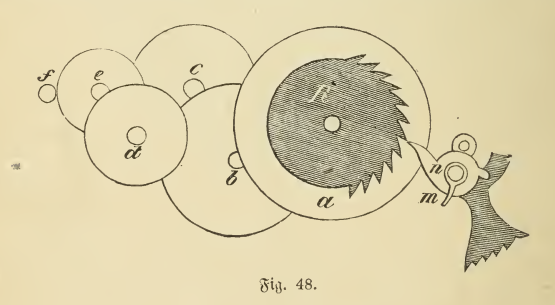


Fig. 48.

Federrad a (Fig. 48)	42 Zähne,	—	Triebstäbe,
groß Bodenrad b	36	„	6	„
klein Bodenrad c	33	„	6	„
Mittelrad d	30	„	6	„
Anlaufrad e	25	„	6	„
Windfanggetriebe f	—	„	6	„

Der Raumersparniß halber sind einige dieser Räder in die Bodenplatte versenkt und ist ein Futter des Windfanggetriebes excentrisch gebohrt und beweglich, wodurch man durch mehr oder minder tiefes Eingreifen die Geschwindigkeit des Schlagens reguliren kann.

127. Aus welchen Theilen besteht die Cadratüre?

Der Deutlichkeit halber ist in Fig. 49 die von Le Roy erfundene Construction angegeben. Die beiden Staffeln sind schon bekannt, hier sitzt aber die Stundenstaffel an einem Arme b — dem Vollzieher — und läßt eine kleine Seitenbewegung zu. Der Stundenrechen hängt mit einer kleinen Uhrkette zusammen, welche bei d über eine Rolle läuft und mit dem andern Ende an einer andern Scheibe c befestigt ist, welche auf der Achse des Federrades sitzt. Auf dieser Rolle sitzt der Schöpfer, welcher auf einen Stift des Viertelrechens f wirkt, der in die beiden Hammerzüge h und r eingreift. Ersterer greift unter der Platte auch in das Heberad, während letzterer nur die Doppelschläge der Viertelstunden bewirkt. Die beweglichen Theile werden durch Schrauben mit Flügeln am Abweichen von der Platte gehindert.

128. Was ist vom Vollzieher und vom Viertelstaffelvorfall zu sagen?

Beide, wenn auch sehr einfache, doch höchst sinnreiche Vorrichtungen haben den Zweck, das falsche Repetiren zu verhindern. Beim Vollzieher b Fig. 49 — auch Alles oder Nichts genannt — stößt bei x ein Arm an einen Vorsprung des Viertelrechens. Letzterer aber hebt in der Ruhelage durch den Arm bei i den Hammerzug aus dem Heberad, daß dieses den Hammer nicht heben kann, wenn der Rechen in Ruhe bleibt. Wird nun die Uhr gestochen, jedoch nicht soweit, daß die Einfall-

spitze des Stundenrechens die Staffel berührt, so wird ohne Vollzieher die Uhr zwar schlagen, aber nicht richtig; beim Vollzieher aber ist ein Schlagen unmöglich, weil der Hebearm des Hammers nicht in die Schlagscheibe greift. Geschieht jedoch das



Fig. 49.

Stechen völlig, so weicht die Staffel mit dem Vollzieher etwas nach links, die Spitzen bei x gehen auseinander, der Viertelrechen wird frei und durch ihn auch die Hammerhebung. Der Viertelvorfall oder Vorsprung verhütet das falsche Repetiren der Viertel=

stunden. Unter der Staffel, bei z, befindet sich ein Stift zum Fortstoßen des Stundensternes. Dieser Stift ist in ein dünnes, leicht um das Minutenrohr drehbares, in der Figur durch Punkte ausgedrücktes Blättchen — den Vorsprung — genietet. Sobald nun dieser Stift einen Sternstrahl zum Springen bringt, schlägt der nachfolgende Strahl an den Vorsprung und treibt das Blättchen vorwärts, wodurch es die höchste Stufe der Viertelstaffel verlängert.

129. Wie ist nun nach dem Vorausgeschickten der Hergang beim Repetiren?

Sobald das Werk gestochen wird, drückt der Pendantenschieber den Stundenrechen a nieder, dieser bewegt die Rolle c so, daß der darauf sitzende Schöpfer nach links geht, von dem Stift des Viertelrechens abgeht und die Feder spannt. Im Laufwerke gehen hierbei der leere Raum und die ersten Zähne des Heberades am Stundenhammerzuge vorbei, ergreifen diesen aber noch nicht. Erst nachdem das Stechen vollständig erfolgt ist, erreicht die Einfallspitze des Stundenrechens die Stundenstaffel und drückt sie mit dem Vollzieher nach links, wodurch die Spitze bei x den Viertelrechen frei läßt und dieser auf die Staffel fällt. Jetzt drückt die Feder e den Stift i nach h zu und dadurch den Stundenhammer in die Schlagscheibe. Das Repetiren der Stunden erfolgt nun auf die bekannte Weise, und sobald es beendet, erfaßt der Schöpfer c den am Viertelrechen sitzenden Stift, bewegt den Rechen nach rechts und bewirkt das Viertelschlagen. Ist dieses beendet, so legt sich das Horn des Viertelrechens wieder an den obern Hammerzug und drückt durch den Stift i den Stundenhammer wieder aus den Zähnen der Schlagscheibe. Bei g ist ein Stift des obern Hammerzuges, auf welchen die Schlagfeder wirkt, und bei r der Schöpfer zum Viertelhammerzug angedeutet.

130. Was ist im Allgemeinen noch über das Repetirwerk zu sagen?

Die Erfindung des Repetirwerkes fällt ins Jahr 1676, wo der englische Uhrmacher Barlow dem König Karl II. eine

Repetiruhr überreichte. Gleichzeitig construirte auch Quarre ein Repetirwerk. Seit dieser Zeit ist viel gethan worden, um den Mechanismus sicherer, einfacher oder auch künstlicher zu machen; die Repetiruhren haben aber jetzt an Werth verloren, weil sie nicht mehr in der Mode sind. Zuerst erfolgte das Schlagen auf eine im Gehäuse liegende Glocke; bald aber ließ man diese weg, um den großen Raum, den die Glocke einnahm, besser verwenden zu können und ließ die Hämmer nur an das Gehäuse schlagen. Die Klangfedern wurden Ende vorigen Jahrhunderts von Bréguet erfunden.

Fünfter Abschnitt.

Compensation. Chronometer. Controleure. Zusätze.

---

131. Was wird unter Compensation verstanden?

Die Erfahrung lehrte, daß sowohl Pendel- als Unruhuhren bei warmer Witterung langsamer und bei Kälte schneller gingen als bei mittler Temperatur, mochte auch die Construction und die Bearbeitung der Uhr aufs beste sein. Bald entdeckte man den Grund dieser Erscheinung und fand, daß sich bei Pendeluhren die Pendelstange in der Wärme ausdehnt, in der Kälte aber verkürzt, so wie die Spiralfeder bei Unruhuhren in der Wärme weniger, in der Kälte aber mehr elastisch ist und deshalb gerade die nämliche Abweichung vom gleichmäßigen Zeithalten bewirkt, wie das Pendel. Natürlich mußte man bemüht sein, ein Mittel zur Beseitigung dieses Uebelstandes zu finden; es ist auch gefunden worden und wird Compensation genannt.

132. Welche Erfahrungen sind über das Maß der Ausdehnung an den zur Compensation geeigneten Metallen gemacht worden?

Eine Stange, deren Länge beim Eispunkte des Réaumurschen oder Centesimalthermometers gleich 1 ist, dehnt sich für nachverzeichnete Metalle aus:

bei Platin	0,000857	oder	1/1167,
„ weichem Stahl	0,001079	„	1/927,
„ weichem Schmiedeeisen.	0,001220	„	1/819,
„ Walzeisen	0,001235	„	1/810,
„ Messing	0,001878	„	1/533,
„ Silber	0,001910	„	1/524,
„ Blei.	0,002848	„	1/351,
„ Zink	0,002942	„	1/340,
die Ausdehnung des Quecksilbers ist	0,018100	„	1/55.

133. Wie sind die in vorstehender Tabelle enthaltenen Zahlen zu verstehen?

Eine Stange von Schmiedeeisen sei bei 0° Wärme genau 1 m lang und werde bis zu 80° R. erhitzt. Die Ausdehnung für Schmiedeeisen ist nach der Tabelle 0,00122; die Verlängerung der Stange ist mithin 0,00122 und ihre volle Länge 1,00122 Meter. Ferner messe eine Zinkstange bei 0° = 545 mm, so wird ihre Ausdehnung = 0,002942 mal 545 oder 1,609390 und ihre Länge bei 80° R. = 546,60939 mm sein.

134. Auf welche Weise ist bei Zwischengraden der Ausdehnung zu rechnen?

Die Verlängerung einer Metallstange ist zwar in den Zwischengraden nicht ganz gleichförmig, sie kann aber für unsere Bedürfnisse ohne Bedenken als derartig angenommen werden; sie wäre also bei 40° = 1/2; bei 20° = 1/4 der Verlängerung bei 80°. Nun dehnt sich eine Messingstange bei 80° um 0,001878 oder bei 25° um 25/80 × 0,001878 d. i. um 0,000587 ihrer Länge bei 0° aus. Hätte sie nun 333 mm gemessen, so betrüge ihre Verlängerung 0,000587 × 333 oder 0,195371 mm.

135. Läßt sich nach den Angaben obiger Tafel ohne Weiteres eine Compensation berechnen?

Nein! Denn abgesehen davon, daß kein Metall fortwährend in ein und derselben Beschaffenheit erlangt werden kann, was in Bezug auf Ausdehnung vom Eis- bis zum Siedepunkte schon beträchtliche Differenzen hervorbringt, so wachsen auch die Aus-

dehnungen in den Zwischengraden nach ganz verschiedenen Verhältnissen. Wie in der ganzen Mechanik, ist vorzüglich in der Uhrmacherkunst als erster Grundsatz anzunehmen, daß die Theorie nur die Grundzüge der Construction anzugeben vermag, und daß erst die geschickte Hand eines intelligenten und durch Erfahrung gereiften Künstlers im Stande ist, den gemachten Anforderungen im höchstmöglichen Grade zu genügen. Uebrigens kommen Compensationen nur bei ausgezeichneten, zu wissenschaftlichen Zwecken bestimmten und deshalb auch sehr theuern Uhrwerken in Anwendung, obgleich man oft bei ganz geringen Werken Nachahmungen der Compensation findet, welche jedoch nichts weiter bezwecken, als dem Käufer Sand in die Augen zu streuen.

136. Angenommen, es solle eine Pendeluhr ohne große Kosten ein möglichst compensirendes Pendel erhalten; aus welchem Stoffe würde dies zu wählen sein?

Aus recht trocknem, feinfasrigem Tannenholze. Die Ausdehnung der Holzfaser nach der Länge ist fast Null, und sollte sie auch ein Geringes betragen, so wird sie durch die Anschwellung des Holzes, welche den Schwingpunkt — Schwingungsmittelpunkt — höher rückt, ausgeglichen. Um aber ein solches Pendel möglichst vollkommen herzustellen, muß es aus recht gutem Holze gearbeitet sein; das Holz muß trocken sein und noch besonders durch künstliche Wärme ausgetrocknet werden; die Kanten der Stange sind schwertförmig abzuflachen, um den Widerstand der Luft möglichst zu beseitigen; die Befestigung der Holzstange muß bei der Aufhängevorrichtung und an der Linse recht gut mit Metall hergestellt werden, und um der Einwirkung der Feuchtigkeit entgegenzutreten, ist die Stange in Oel zu tränken oder zu sieden, vielleicht auch zu imprägniren, in allen Fällen aber mit einem festen Lacke zu überziehen.

137. Wie ist das Rostpendel beschaffen?

In Fig. 50 ist die Einrichtung einer solchen Compensation für Stahl und Messing schematisch vorgestellt. A ist die Aufhängefeder und B die Linse. Nach voriger Ausdehnungstabelle

streckt sich Messing fast noch ein mal so viel als weicher Stahl. Die Aufhängung A ist an dem Querstück o p befestigt, an welchem die beiden Stahlstäbe a, e nach unten gehen und in nicht voller Pendellänge mit den beiden Stücken q, r befestigt sind. Von diesen steigen die zwei Messingstäbe b, d empor, enden oben im Querstück s, t, welches eine zweite Stahlstange c trägt, die mit der Linse B in Verbindung steht. Angenommen nun, die Stahlstangen a, e verlängerten sich um 1 mm, so würden die Querstücke p, r um dieses Maß sinken. Da jedoch Messing sich fast um das Doppelte mehr ausdehnt als Stahl, so verlängern sich die beiden Messingstäbe b, d um nahe 2 mm nach oben und das Stück s, t würde um 1 mm gehoben werden. Um diese Hebung wieder auszugleichen ist die Stahlstange c angebracht, welche sich wieder um 1 mm nach unten verlängert. Figürlich ist also der Hergang folgender:

Fig. 50.

a und e senken sich um 1 mm
c senkt sich um 1 „
Senkung = 2 mm

b und d heben sich um 2 mm
Hebung = 2 mm,

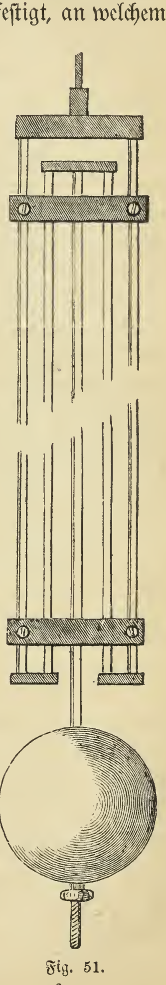


Fig. 51.

mithin kommt die Linse nicht höher und nicht tiefer. Bei der Ausführung müssen die Roststangen durch Querbänder gestützt werden, um deren Seitenbiegung zu verhindern, wie dies Fig. 51 für den obern und untern Pendeltheil zeigt.

138. Wie ist die Quecksilbercompensation beschaffen?

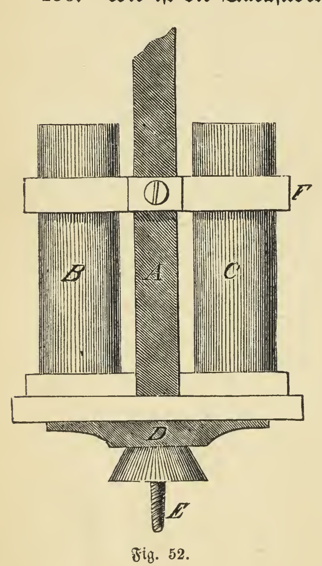


Fig. 52.

Der um die Uhrmacherkunst so verdiente Graham war der Erste, welcher diese Compensation anwendete. Nach seiner Methode trägt die Pendelstange anstatt der massiven Linse ein theilweise mit Quecksilber gefülltes Glasgefäß. Wird durch die Wärme die Pendelstange verlängert, so dehnt sich auch die Quecksilbersäule aus, rückt ihren Schwerpunkt höher und wirkt hierdurch der Senkung des Schwingpunktes entgegen. Jürgensen änderte diese Compensation dahin ab, daß er anstatt eines, zwei Quecksilbergefäße B, C Fig. 52 anbrachte, theils der symmetrischen Vertheilung der Last halber, theils aber auch, um dem Quecksilber mehr Oberfläche zu geben, und es dadurch für die Einwirkung der Temperatur empfindlicher zu machen. Beide Gefäße stehen auf dem Querstab D, welcher mit der Pendelstange A verbunden ist. E ist die Stellschraube und F eine zweite Verbindung beider Quecksilbergefäße.

139. Auf welchem Grundsatz beruht die Perronsche Pendelcompensation?

Wenn zwei Stäbe Metall von verschiedenem Ausdehnungsgrade, z. B. Stahl und Messing, auf einander gelöthet werden,

so wird der zusammengesetzte Stab bei Temperaturwechsel seine Richtung verändern, oder er wird sich krümmen. A B Fig. 53 ist ein solcher Stab am Perronschen Pendel. Die Linse C wiegt 20 Pfund und ist durch die Arme A C, B C mit dem Compensationsstabe A B verbunden, welcher durch die Stellschraube F mit der Pendelstange D E in Verbindung steht. Die untere Hälfte der Compensation ist von Messing, ungefähr 7 mm dick, 14 mm breit und 250 mm lang, während der obere stählerne Theil nur 1/3 der vorigen Dicke hat. Die Stellschrauben bei A und B dienen zum Justiren der Compensation. Es ist nun leicht einzusehen, daß bei höherer Temperatur sich zwar die Pendelstange verlängert, gleichzeitig aber auch der Compensationsstab A B mehr krümmt und mithin auch die Linse höher rückt. Wird die Einrichtung gut getroffen, so ist eine brauchbare Compensation erzielt.

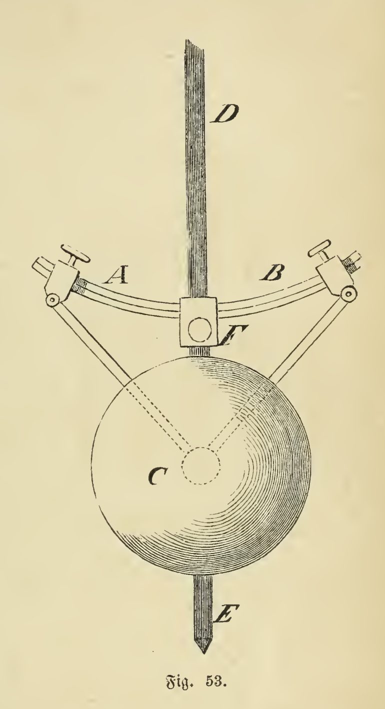


Fig. 53.

140. Wie ist die Compensationsunruhe beschaffen?

Diese schon von Julien Le Roy angegebene, jedoch nicht ausgeführte Compensation wird jetzt bei Unruhuhren am gewöhnlichsten angewendet. Ihre Einrichtung zeigt Fig. 54. Am Schenkel A B sind zwei kreisförmig gebogene, aus Stahl und

Messing zusammengelöthete Compensationsstreifen AD, BC befestigt, welche bei E und F verstellbare Gewichte tragen. Weil bei der Wärme die Spiralfeder matter wirkt, wird die Uhr langsamer gehen, und um diesem Uebel zu begegnen, ist die Unruhe zu verkleinern. Dies geschieht dadurch, daß man die Compensationsstreifen so ansetzt, daß der Messingtheil nach außen kehrt. Denn in der Wärme wird sich das Messing mehr ausdehnen als der Stahl, dadurch werden sich die Streifen mehr krümmen und den Schwingungskreis der Gewichte E, F verkleinern. Die Justirung der Compensation wird durch Verstellung der Gewichte E, F bewirkt.

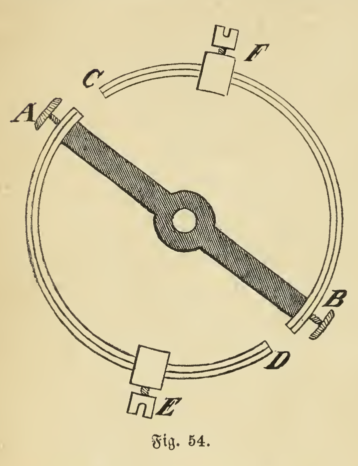


Fig. 54.

141. Wie ist die Compensation beschaffen, welche unmittelbar auf die Spiralfeder wirkt?

Die Erfahrung lehrte, daß die Schwingungen einer Spiralfeder schneller werden, wenn sie zwischen zwei Stiften eingeengt wird, während sie langsamer zu schwingen beginnt, wenn diese Stifte weiter auseinander stehen. Hierauf gründet sich die Fig. 55, 56 und 57 dargestellte Compensation. Die Compensation Fig. 55 ist aus einem Stahl- und einem Messingstreifen zusammengelöthet und zwar so, daß

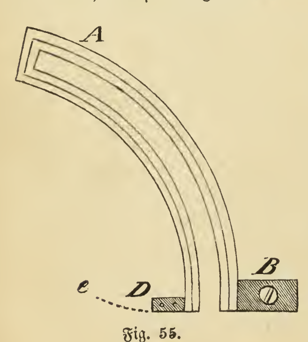


Fig. 55.

das Messing innerhalb der Biegung sich befindet. Bei B wird der eine Arm des Stückes fest aufgeschraubt. Sobald nun die Temperatur steigt, wird durch die Ausdehnung des Messingstreifens sich die Oeffnung des Bügels bei A erweitern oder der Stift bei D wird sich von B entfernen. In Fig. 56 ist diese Vorrichtung am Stellrücker einer Uhr angebracht, e ist der feste und D der compensirende Anprallstift. In größerer Wärme wird sich D dem festen Stift e nähern und dadurch ein schnelleres Schwingen der Spiralfeder hervorbringen. In Fig. 57 ist Unruhe, Unruhkloben und Compensation von oben dargestellt. Eine Erklärung dieser Figur wird nicht nöthig sein.

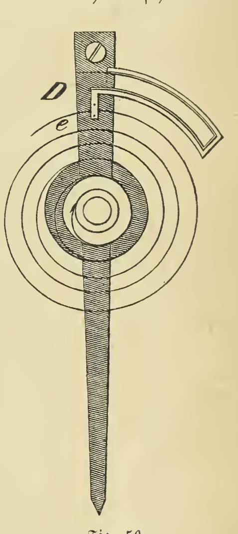


Fig. 56.

142. Was ist im Wesentlichsten über Längenuhren zu sagen?

Für astronomische Beobachtungen sind Uhren von größter Genauigkeit und dauernder Gleichförmigkeit im Gange unentbehrlich. Pendeluhren lassen sich leichter zu der verlangten Vollkommenheit bringen, als Uhren mit der Unruhe; weil aber gerade der Schiffer zu seinen Beobachtungen auf dem Meere einer guten Uhr bedarf, er aber wegen der Schwankungen des Schiffes keine Pendeluhr anwenden kann, so mußte man suchen, die Unruhuhren zu höherer Vollendung zu bringen. Namentlich wurden denkende Künstler durch bedeutende, von Regierungen ausgesetzte Geldprämien — 1714 von England 20000 Pfund Sterling — bewogen, allen Scharfsinn auf die Lösung der gestellten Aufgabe zu verwenden. Nach vielen Versuchen und mancherlei Widerwärtigkeiten gelang es zuerst dem früheren englischen Schiffszimmermann John Harrison, eine solche Uhr herzustellen; seine vierte Uhr fehlte innerhalb 147 Tagen nur um 1 Minute 54 1/2 Secunde. Nach ihm

haben sich viele andere Künstler mit Herstellung solcher Uhren beschäftigt, und jetzt sind sie in ziemlicher Vollkommenheit zu erlangen. Man nennt sie Seeuhren, Längenuhren oder, allgemein, Chronometer (Zeitmesser).

143. Welche leitende Grundsätze sind bei Verfertigung solcher Uhren im Auge zu behalten?

Die Berechnung der einzelnen Theile so wie ihre Form ist mit Rücksicht auf alle Constructionsregeln und die gemachten

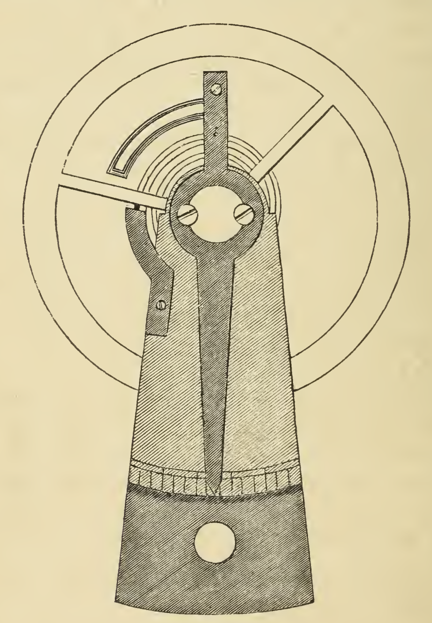


Fig. 57.

Erfahrungen zu vollziehen. Zur Ausführung sind möglichst feste Materialien zu wählen; die Reibung und das Bedürfniß des Oels ist auf ein Minimum zu bringen, was namentlich

durch Anwendung von Stein und möglichst feine Politur erreicht wird; die Hemmung muß möglichst gleichförmig und frei von Zufälligkeiten des Räderwerkes arbeiten; sie darf dem Regulator nur abgesonderte Anstöße geben und letzterer muß seine Schwingungen frei und ohne mit der Hemmung in Berührung zu kommen, vollführen. Endlich ist Sorge zu tragen, daß die Uhr beim Aufziehen nicht im Gange gehindert wird; die Compensation ist gewissenhaft auszuführen, und die Anordnung der einzelnen Theile unter sich, so wie ihr Einschluß in ein Gehäuse muß mit Beobachtung aller Vortheile geschehen. Man sieht hieraus, daß nicht jeder Uhrmacher zur Construction von Chronometern berufen sein kann, und ist mithin ihr Preis, wenn er auch mehrere hundert Thaler beträgt, nicht hoch zu nennen.

144. Was wird unter einem Controleur verstanden?

Ein Controleur ist eine, mit einem Uhrwerke verbundene Vorrichtung zur Ueberwachung der Thätigkeit eines Wächters, einer Maschine, der Fahrzeit eines Wagens u. s. w. Lassen sich nun schon zur Erreichung eines der obigen Zwecke mancherlei Vorrichtungen angeben, so ist die Anzahl der besonderen Bestimmungen eines solchen Mechanismus noch viel größer, weshalb der Künstler in jedem Falle seine Erfindungs- und Combinationsgabe wirken lassen muß. Um jedoch eine allgemeine Einsicht in das Wesen dieser Vorrichtungen zu geben, sollen nachgehend einige derselben erklärt werden. Nebenbei sei noch erwähnt, daß in der Regel die mit solchen Mechanismen verbundenen Uhrwerke nicht der Genauigkeit eines Regulators bedürfen, hingegen einen kräftigen Gang mit möglichstem Kraftüberschusse haben müssen.

145. Welche Controlevorrichtung kann zur Ueberwachung eines Wächters angewendet werden?

Die älteste Art dieser Controleure ist auf folgende Weise eingerichtet. Die Vorrichtung ist völlig verschlossen, wie dies bei allen derartigen sein muß, und zeigt dem Wächter zugänglich nur eine kleine Oeffnung, durch welche sich gerade eine Kugel bringen

läßt. Hinter dieser Oeffnung befindet sich ein cylindrischer Kasten mit Fächern; 12, 24 oder 48, jenachdem die Controle aller ganzen, halben oder Viertelstunden erfolgen soll. Dieser Kasten wird von einem Uhrwerke so bewegt, daß er nach Verlauf eines solchen Zeitabschnittes eines seiner Fächer gegen obige Oeffnung kehrt. Ist der Wächter aufmerksam, so kann er eine Kugel in das betreffende Fach werfen, und es läßt sich leicht die Einrichtung treffen, daß er die Kugel einige Minuten vor oder nach der Controlezeit einlegen kann. Versäumt er jedoch diese Zeit, so tritt die Wand der Fächer vor das äußere Loch und das Einbringen einer Kugel ist unmöglich.

146. Wie läßt sich diese Einrichtung vervollkommnen?

Dadurch, daß man anstatt des vorhin beschriebenen Fächerkastens eine Scheibe anbringt, welche sich mit dem Stundenzeiger der Uhr alle 12 Stunden um seine Achse dreht. Auf diese Scheibe kann eine gleichgroße, am Umfange in Stunden und Theile der Stunden eingetheilte, Papierscheibe befestigt werden. Vor der Uhr befindet sich ein Klingelzug, welcher beim Anziehen einen Stift gegen die Papierscheibe drückt und ein feines Loch in diese sticht. Es ist leicht zu ersehen, daß der Wächter bei diesem Apparate nicht nöthig hat, zu einer festen Zeit zu erscheinen, daß hingegen aber auch der Zeitpunkt, welchen er durch Anziehen der Klingelschnur auf der Papierscheibe markirte, fast bis auf die Minute erkannt werden kann. Selbstverständlich muß die Papierscheibe nach jedem Umlaufe durch eine neue ersetzt werden.

147. Durch welche Vorrichtung läßt sich der Weg, den ein Wagen zurücklegte, controliren?

Eine für Inhaber von Lohnfuhrwerken, Fiakern u. s. w. sehr nöthige Controle. Am einfachsten wird sie dadurch hergestellt, daß man am Wagen eine Unruhuhr anbringt, welche eine Papierscheibe, wie in voriger Frage erklärt, gleichmäßig bewegt. Die Achse der Hinterräder, oder, bei festen Achsen, die Nabe eines Hinterrades trägt eine Erhöhung, die bei jeder Umdrehung des Rades einen Hebel anstößt und dadurch eben

die Dienste leistet wie der Wächter am Klingelzuge. Besser ist es, ein kleines Vorlegewerk anzubringen, welches erst in 10, 20, 30 oder mehr Umdrehungen des Rades einen Punkt auf die Controlscheibe markirt; durch diesen Apparat läßt sich nun leicht erkennen: 1) zu welcher Zeit und wie lange der Wagen in Ruhe war; 2) wann er in Bewegung kam und wie lange diese dauerte; 3) mit welcher Geschwindigkeit der Wagen zu jeder Zeit fuhr; 4) welchen Weg er zurücklegte. Die Bedingung unter 3 zeigt sich ganz deutlich in der Anzahl Punkte, welche in gewisser Zeit markirt wurden, weil je eine bestimmte Anzahl Radumdrehungen einen Punkt bewirken. Aus der Anzahl der Markirungen und aus dem bekannten Umkreise eines Hinterrades läßt sich endlich leicht der Weg berechnen, den der Wagen zurücklegte.

148. Was ist im Allgemeinen über die Construction der Thurmuhren zu bemerken?

Uhren dieser Art sind mancherlei Störungen, namentlich der Witterung, dem Schwanken ihres Standpunktes und der Einwirkung des Windes auf die langen Zeiger in hohem Grade unterworfen, weshalb auf ihre Construction besondere Sorgfalt verwendet werden muß. Bei jetziger Vollkommenheit des Eisengusses können die Räder von Gußeisen sein, die Getriebe aus Stahl verfertigt werden, und zu den Zapfenfuttern ist wegen des großen Druckes der Zapfen ein recht hartes Metall, am besten eine Legirung, zu wählen. Zur Hemmung ist der einfache Stiftgang anzurathen, weil bei diesem die kleinen Ungleichheiten des Hemmrades nicht zu störend wirken. Die Schwingungen des Pendels dürfen nicht zu klein sein, weil sonst das Werk, namentlich im Winter, leicht stehen bleibt; das Pendel darf keine zu große Länge haben und anstatt der Linse ist, der Seitenschwankung halber, am besten eine Kugel anzuwenden.

149. Ist es vortheilhaft, das Gehwerk einer Thurmuhr von den übrigen Theilen zu trennen?

Unbedingt ja! Die jedenfalls bewährteste Construction ist die, wo ein verhältnißmäßig kleines Gehwerk mit Secundenpendel in einem eigenen Gehäuse aufgestellt wird, weil es dadurch

den Störungen wegen des Windeindruckes auf die Zeiger und den Erschütterungen beim Schlagen nicht ausgesetzt ist. Das Zeiger= und das Schlagwerk stehen für sich, wobei ersteres ein besonderes Laufwerk von entsprechender Größe und mit hinlänglichem Gewichte hat. Alle Minuten löst das Gehwerk das Laufwerk der Zeiger aus, diese springen von Minute zu Minute und das Schlagwerk wird wieder vom Zeigerlaufwerk ausgelöst. Letztere Werke bedürfen hierbei keiner besonders sorgfältigen Ausführung, wenn sie nur hinreichende Größe und hinlängliches Gewicht besitzen.

150. Haben die, namentlich früher, den Thurmuhren angefügten Mondkugeln, Glockenspiele 2c. besondern Werth?

Nein. Im Gegentheil hindern gerade diese Beigaben den richtigen Gang der Uhr; sie bedingen eine Ueberladung durch Gewichte, wodurch die Reibung verstärkt und die Abnutzung der reibenden Theile ungemein vermehrt wird; sie bringen oft gänzlichen Stillstand der Uhr herbei und sind eigentlich gar nicht als zur Uhrmacherkunst gehörend zu betrachten (Fr. 1). Dasselbe gilt im Allgemeinen von Kukuk= und Spieluhren, Automaten u. s. w.

151. Wodurch hat man die Zapfenreibung bei Thurmuhren zu vermindern gesucht?

Dadurch, daß man die Radachsen nicht horizontal, sondern vertical stellte. Uhren dieser Art sind mehrfach ausgeführt worden; allein, was auf einer Seite durch verminderte Zapfenreibung gewonnen ward, wurde durch die verstärkte Reibung beim Aufzuge und an der Hemmung doppelt verloren.

152. Welche Grundsätze sind bei Construction des Gestells einer Thurmuhr zu beachten?

Erster Grundsatz ist möglichste Stabilität. Bei einem schwanken, federnden Uhrgestelle kann nie ein gleichmäßiger Gang erreicht werden. Gußeisen wird wol stets das beste Material hierzu sein. Sodann aber, und hauptsächlich, ist es gerathen, die Construction so zu treffen, daß jedes Rad für sich

aus dem Gestelle genommen werden kann; und endlich ist auf Bequemlichkeit beim Einölen der Zapfenlager zu sehen.

153. Bei Schlagwerken der Thurmuhren ist oft anstatt der Getriebe eine Tangentialschraube — Schraube ohne Ende — angebracht. Welchen Zweck soll sie erreichen?

Sie trägt die Windflügel (Fr. 116) und bezweckt Räder und Getriebe im Schlagwerke zu sparen, so wie das Ablaufen des Werkes recht ruhig und ohne Schnarren zu regeln.

154. Deshalb müßte wol die allgemeine Anwendung der Tangentialschraube bei Schlagwerken wünschenswerth sein?

Nein. Eine jede Sache hat zwei Seiten und hat namentlich die genannte Vorrichtung, neben den vorhin erwähnten Vortheilen, das große Gebrechen, daß sie nur schwer in Bewegung zu setzen ist, wodurch, namentlich bei kalter Temperatur — des starren Oeles halber — sehr häufig ein Nichtschlagen der Uhr eintritt.

155. Mehre Uhrmacher, z. B. Wagner in Paris, haben bei Thurmuhren anstatt der Schloßscheibe einen Rechen angebracht. Wird dies wol zweckmäßig sein?

Jedenfalls nicht. Thurmuhren werden nie zum Repetiren eingerichtet, als wozu Rechen und Staffel besonders erdacht wurden. Sodann aber ist die Schloßscheibe (Fr. 119) in ihrer Construction so einfach und in ihrer Leistung so sicher, daß sie wol zum Regeln des Schlagens den Vorzug behalten wird.

156. Welches Oel eignet sich am besten für Thurmuhren?

Ist schon bei allen Uhren die Wahl eines passenden Oeles schwer — und ohne Oelung der Zapfen gehts nun einmal nicht —, so ist dies bei Thurmuhren noch viel mehr der Fall, weil diese stets größerem Temperaturwechsel unterworfen sind, als die in einem heizbaren Zimmer aufgestellten Uhren.

Harzige Oele, z. B. Olivenöl, taugen nichts; flüchtige Oele, z. B. Mandelöl, sind zwar sehr gut, haben aber den Mangel an sich, daß die Einölung fortwährend erneut werden muß. Ein sehr brauchbares Oel für Thurmuhren ist reines Rindsmark, wie es durch Digestion sich selbst ausscheidet. Es harzt nicht und

behält, auch bei niedrigen Wärmegraden, immer noch die Consistenz eines gelinden Fettes (Fr. 68).

157. Auf welche Weise wird dieses Rindsmarköl gewonnen?

Dadurch, daß man die Röhren der Rinderfüße, ohne sie zu kochen, aufspaltet, das Mark in ein geräumiges Opodeldocglas bringt, es der Sonne, oder sonst gelinder Wärme aussetzt und nach Ausscheidung des Oeles das Ganze durch feine Leinwand oder Fließpapier filtrirt.

158. Vielfach giebt es Thurmuhren, welche acht Tage in Einem Aufzuge gehen. Ist die Construction praktisch?

In keinem Falle. Denn erstens wird durch das Zusatzrad die Uhr viel theurer; zweitens bedarf sie achtmal so viel Gewichts, als eine Eintaguhr, und drittens kann das tägliche Aufziehen einer öffentlichen Uhr keinerlei Schwierigkeit verursachen, weil ja wegen des Läutens u. s. w. die Localität der Uhr tagtäglich mehr als einmal betreten werden muß. Dreißig Stunden in Einem Aufzuge wird für gewöhnliche Thurmuhren das beste Maß sein.

Sechster Abschnitt.

Prüfung und Behandlung der Uhren, namentlich der Taschenuhren.

---

159. Was wird im Allgemeinen von einer guten Uhr verlangt?

Alle ihre Theile müssen sorgfältig gearbeitet, fein polirt und diejenigen von Stahl gut gehärtet sein. Die Vergoldung darf keine Flecken zeigen, die Radzähne und Getriebstäbe müssen die gehörige Form haben und richtig eingreifen; die Zapfenfutter dürfen nicht zu weit sein und müssen genau übereinander liegen; das Federhaus darf nicht schleifen; die Unruhe und die Spiralfeder müssen sich in einer Ebene bewegen, ohne zu winken. Die Uhr muß gleichmäßig fortgehen, gleichviel in welcher Lage

sie gehalten wird; die Zeiger dürfen weder am Zifferblatte noch am Glase schleifen, auch dürfen sie sich nicht zu lose drehen. Das Gehäuse endlich muß zum Werke passen, darf nicht zu dünn sein und muß gut schließen.

160. Auf welche Weise ist das Federhaus und die Schnecke zu untersuchen?

Die Feder muß die gehörige Länge haben und darf nicht zusammengenietet sein. Sie darf nicht an den Seitenwänden der Trommel schleifen; der Federstift darf weder in den Trommelwänden noch in den Platten Flucht haben, und muß die Federspannung gut gearbeitet und fest angesetzt sein. Beim Federhause ist darauf zu sehen, daß es sich recht parallel mit den Platten bewegt; die Kette muß sich ganz gleichmäßig aufwinden und darf in der Schnecke weder klemmen noch zu viel Flucht haben. Es ist ferner darauf zu sehen, daß das Gesperre sich in gutem Stande befindet; die Zähne des Sperrrades müssen scharf und nicht zu groß sein; der Sperrkegel darf nicht seitwärts wanken und nicht auf die Uhrplatte oder aufs große Bodenrad schleifen.

161. Was wird vom Räderwerke insbesondere verlangt?

Zunächst müssen die Räder völlig rund sein, concentrisch auf ihrer Achse oder dem Getriebe sitzen, sie dürfen nicht schief oder verbogen sein und müssen an allen Punkten ihres Umkreises gleiches Gewicht haben. Es ist hauptsächlich darauf zu sehen, daß die Zähne gleich stark und nicht zu dünn oder zu lang sind, sowie daß sie die gehörige Walzung haben. An allen ihren Flächen müssen sie fein geschliffen und polirt sein und nirgends darf man grobe Feilstriche wahrnehmen. Es ist ferner zu untersuchen, ob die Räder fest auf ihrem Getriebe sitzen, ob letztere die richtige Größe haben, ob ihre Stäbe richtig geformt sind, ob sie die nöthige Härte und Politur besitzen und ob die Zapfen recht rund und nicht zu lang sind.

162. Worauf ist bei den Eingriffen zu sehen?

Es ist leicht zu beobachten, ob die Eingriffe so erfolgen, wie sie sollen, und ob kein Aufsetzen vorkommt. Der Eingriff kann

aber nur dann ganz gleichmäßig gut sein, wenn außer der richtigen Form und dem richtigen Verhältniß von Rad und Getriebe auch die Futter nur so weit sind, wie sie sollen. In schlechten Uhren sind die Zapfenlöcher gewöhnlich weit, weil hierbei ein Ausweichen des schlechten Eingriffs möglich wird und sich die Uhren bei genügender Triebkraft forthaspeln; an einen gleichmäßigen Gang ist aber nicht zu denken. Auch bei guten Uhren laufen sich die Zapfenlöcher nach und nach aus, namentlich werden sie nach der Richtung der Kraft hin länglichrund, dies ist aber kein Fehler, sondern erfordert nur eine Reparatur. Hauptsächlich hat man bei Untersuchung einer Uhr noch darauf zu sehen, daß die Stege nicht neben den Futtern eingeschnitten sind, um durch Biegen den Eingriff zu berichtigen. In diesem Falle ist die Uhr allemal schlecht oder verdorben. Endlich dürfen die Futter nicht durch Punzen zusammen- oder seitwärts getrieben sein und die Zapfen dürfen an ihren Enden keine Knöpfe haben. Ein Hauptaugenmerk ist noch auf die Triebstäbe zu richten. Bei schlechten Uhren bestehen sie aus rohem Triebstahl, ohne Härtung und Politur. Sie erhalten deshalb bald Gruben und es ist ein guter Eingriff nicht mehr möglich.

163. Was ist bei der Hemmung und dem Regulator besonders zu beobachten?

Alle Theile der Hemmung müssen das richtige Verhältniß und die richtige Form haben und sorgfältig gearbeitet sein. Namentlich ist darauf zu sehen, ob die Zähne des Hemmungsrades gleich weit auseinander stehen, ob sie gute und gleich lange Spitzen haben und ob diese nicht verbogen sind. Beim Hemmungstheil ist zu beobachten, ob keine Gruben in die reibenden Flächen geschlagen sind, ob die Ränder keinen Grat oder Bart haben, ob sie fest mit der Unruhe verbunden sind und ob ihre Achse recht concentrisch in dieser sitzt. Die Unruhe selbst muß in allen Theilen aufs Genaueste dasselbe Gewicht haben, sie darf nicht verbogen sein und nicht winken. Namentlich ist darauf zu sehen, ob sie nicht unverhältnißmäßig dünn und schwach ist. Die Spiralfeder muß fest in ihrem Stocke und ihrer Rolle sitzen,

sie muß gleichmäßig gewunden sein, in einer Ebene liegen, darf nicht an der Platte oder Unruhe schleifen und nicht zu viel Flucht zwischen den Stiften des Stellrechens haben. Ebenso darf ihre zweite Windung nicht an den Spiralstock stoßen.

164. Was ist beim Einkaufe einer Uhr nicht zu vergessen?

Daß der scheinbar billigste Einkauf in der Regel mit Bestimmtheit der theuerste ist. Wer eine Uhr kaufen will, gleichviel ob sie neu oder alt ist, wende sich an einen geschickten und reellen Uhrmacher, insofern ihm daran liegt, ein brauchbares Stück zu haben. Wer aber aus Sparsamkeit für wenig Geld eine schlechte oder verdorbene Uhr erwirbt, der kann sicher darauf rechnen, daß die Reparaturen bald mehr ausmachen werden als der Preis einer guten Uhr gewesen wäre, abgesehen davon, daß der Besitzer trotzdem fortwährend keine richtige Zeit haben wird. Uebrigens ist auch der Uhrmacher zu beklagen, dem ein solches Werk zur Herstellung anvertraut wird. Er wird trotz aller Mühe und bei geringem Lohne nicht im Stande sein, seinen Zweck zu erreichen, und läuft noch Gefahr, für einen ungeschickten Arbeiter gehalten zu werden.

165. Was ist hauptsächlich über die Behandlung der Uhren zu sagen?

Hauptsächlich ist eine Taschenuhr vor Stößen, Fallen und Drücken zu hüten. Es ist Obacht zu geben, daß eine Uhr keinem zu großen Temperaturwechsel ausgesetzt werde, und Feuchtigkeit und Staub möglichst abzuwenden. Das Aufziehen ist behutsam, nicht rückend, und möglichst zu der nämlichen Tageszeit zu verrichten, und das viele Drehen der Zeiger zu vermeiden. Namentlich ist das Stellen der Zeiger stets mit dem Uhrschlüssel zu verrichten, und darf der Minutenzeiger solcher Uhren, welche mit Schlagewerk oder Wecker verbunden sind, nicht über die 12 zurückgedreht werden. Ist die Uhr aus Versehen nicht aufgezogen worden, so ist es besser, die Zeit, welche sie zeigt, abzuwarten, als sie viele Stunden vor oder zurück zu drehen. Wird eine Uhr nicht gebraucht, so ist es doch gut, sie von Zeit zu Zeit aufzuziehen. Daß man sie

in diesem Falle nicht zu stellen braucht, versteht sich von selbst. Endlich lasse man eine Uhr öfters reinigen und ihr frisches Oel geben, was besonders bei Uhren mit ruhender Hemmung nöthig ist. Auch die Triebfeder ist aus der Trommel zu nehmen, vom alten Oele zu befreien und mit neuem zu versehen. Das Aufziehen und Stellen der Thurmuhren ist verständigen Männern zu übertragen und nicht, wie dies auf dem Lande noch oft geschieht, den Schulknaben zu überlassen.

166. Was ist über das Stellen der Uhren noch zu bemerken?

Das Wesentlichste wurde schon im ersten Abschnitte, von Frage 19 ab, erwähnt. Taschenuhren vergleiche man mit Pendeluhren, und wenn sie gleichförmig gegen letztere vorkommen oder zurückbleiben, so berichtige man ihren Gang an der Stellung. Hierbei ist zu beobachten, um wieviel ein bestimmtes Maß des Vorrückens vom Stellzeiger den Gang der Uhr täglich verzögert oder beschleunigt. Pendeluhren stellt man mittelst einer Mittagslinie und einer Aequationstafel nach mittler Zeit, im Falle nicht eine andere Uhr, z. B. an der Eisenbahn oder auf einem Thurme, zur Norm dient. Geht eine Pendeluhr zu langsam, so ist das Pendel zu verkürzen; im entgegengesetzten Falle muß die Linse tiefer gelassen werden. Uebrigens genügen eine gute Mittagslinie (Fr. 10) und die Aequationstabelle (Fr. 19) fürs gewöhnliche Leben völlig zum Richtigstellen jeder Uhr.

Sachregister.

Druck von J. J. Weber in Leipzig.

Verlagsbuchhandlung von J. J. Weber in Leipzig.

Illustrirte Gesundheitsbücher.

Belehrungen über den Gesunden und kranken Menschen und die vernunftgemäße Pflege desselben.

Herausgegeben von theoretisch und praktisch bewährten Aerzten.



Das Verlangen nach Belehrung über den menschlichen Körper und seine Erhaltung ist längst im Volke fühlbar geworden. Das beweist die populär-medicinische Literatur, welche fort und fort, und zwar in immer steigendem Grade, theilnehmende Leser findet.

Dieses Bedürfniß hat man durch eine große Anzahl von Büchern zu befriedigen gesucht, welche, zum Theil von Unfähigen oder von oberflächlichen Compilatoren verfaßt, Nichts weniger als geeignet waren, das rechte Wissen im Volke zu

verbreiten. Erst in neuester Zeit begannen einzelne wirklich gebildete und gründliche Aerzte, eine wissenschaftlichere Bahn für das Volk einzuschlagen und dasselbe hierdurch vor schädlichen Irrthümern und vor Thorheiten zu bewahren, die durch jene Menge populär-medicinischer Schriften bisher verbreitet und genährt worden sind.

Der Weg zur Belehrung des Laien über einen der wichtigsten Gegenstände ist damit betreten und durch die Herausgabe unserer „Illustrirten Gesundheitsbücher" nach dem Princip der Arbeitstheilung unter vorzügliche wissenschaftliche Kräfte nunmehr auch von uns eingeschlagen worden. Diese

„Illustrirten Gesundheitsbücher",

zu deren Verfassern wir geachtete Aerzte, insbesondere erfahrene Specialisten, gewonnen haben, machen es sich zur Aufgabe, dem belehrungsbedürftigen Laien über den menschlichen Körper und seine naturgemäße Behandlung in gesundem und krankem Zustande die nöthigen Aufklärungen in Einzelschriften zu geben, deren jede von einem in dem betreffenden Fache bewanderten Autor herrührt. Durch solche Schriften allein kann sich der Laie über seinen Organismus unterrichten und in speciellen Krankheitsfällen die richtigen hygienischen Maßregeln kennen lernen. Dabei wollen unsre Gesundheitsbücher keineswegs eine Anleitung zur medicinischen Selbstbehandlung bieten, wie dies leider manche populäre Gesundheitsbücher beabsichtigen, welche den Arzt entbehrlich machen und den halbgebildeten Autodidacten an dessen Stelle setzen möchten. Sie sollen nur die Verständigung zwischen Arzt und Laien, namentlich über die Körperfunctionen und über das so wichtige diätetische Verhalten, erleichtern, sodaß sie eben so dem Laien wie dem Arzte selbst zu dienen geeignet sind.

Beigegebene Illustrationen werden dem Leser die Schilderung anatomischer Verhältnisse, mechanischer Apparate sowie mikroskopischer Einzelnheiten ganz besonders veranschaulichen helfen.

Bereits erschienen sind:

Das Auge und seine Pflege im gesunden und kranken Zustande. Nebst einer Anweisung über Brillen. Von Dr. med. F. M. Heymann, Augenarzt in Dresden. Mit 16 Abbildungen. 20 Ngr.

Die Blutarmuth und Bleichsucht. Eine Anleitung zu deren Erkennung und Heilung für Gebildete aller Stände. Von Dr. med. E. R. Pfaff, königl. Bezirksarzt in Dresden. Mit 14 Abbildungen. 15 Ngr.

Die Frauenkrankheiten. Ihre Erkennung und Heilung. Von Hofrath Dr. med. Robert Flechsig, königl. sächsischer Brunnen- und Badearzt in Elster. Mit 32 Abbildungen. 20 Ngr.

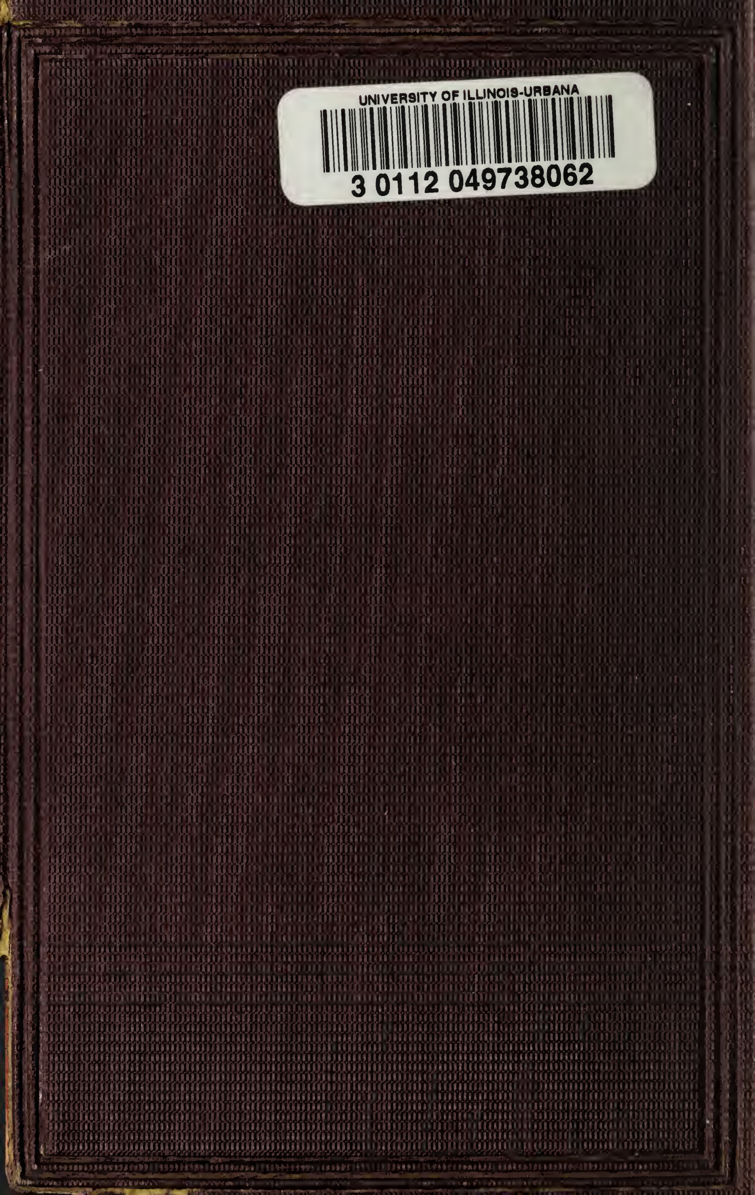
Gicht und Rheumatismus. Von Dr. med. Richard Pagenstecher in Wiesbaden. Mit 13 Abbildungen. 15 Ngr.

Die Haut, Haare und Nägel. Ihre Pflege und Erhaltung, ihre Krankheiten und deren Heilung. Nebst einem Anhang über Kosmetik. Von Dr. med. Albert Kleinhans, Specialarzt für Hautkranke in Bad Kreuznach. Mit 27 Abbildungen. 20 Ngr.

Herz, Blut- und Lymphgefäße. Ihre Pflege und Behandlung im gesunden und kranken Zustande, einschließlich Hämorrhoiden, Skrofeln, Fieber, Hitzschlag, Erfrierungen, Blutungen u. s. w. Von Dr. Paul Niemeyer, Arzt in Magdeburg. Mit 30 in den Text gedruckten Abbild. 20 Ngr.

Der Kehlkopf oder die Erkenntniß und Behandlung des menschlichen Stimmorgans im gesunden und kranken Zustande Von Dr. med. C. Ludwig Merkel, Dirigent der Poliklinik für Stimm- und Sprachkranke in Leipzig. Mit 35 Abbildungen. 1 Thlr.

Druck von J. J. Weber in Leipzig.


UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA
3 0112 049738062